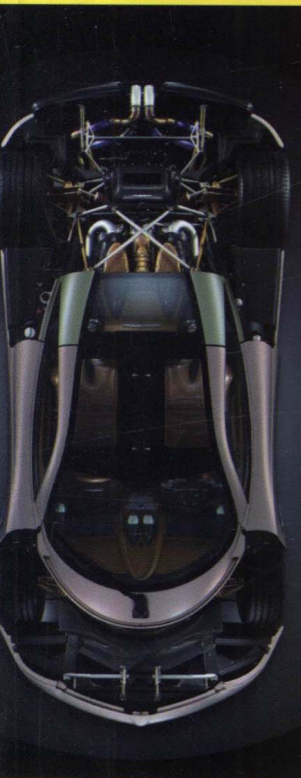


第2版



汽车维修 必知

888问

汽修基础知识 一本尽享
操作技能技巧 一点即通
菜鸟晋升高手 一路顺畅

李伟◎主编

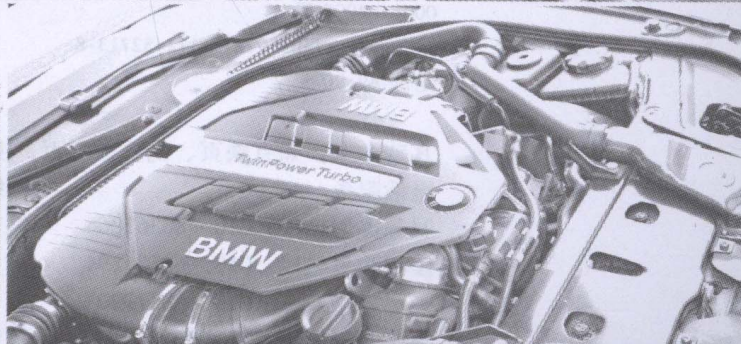
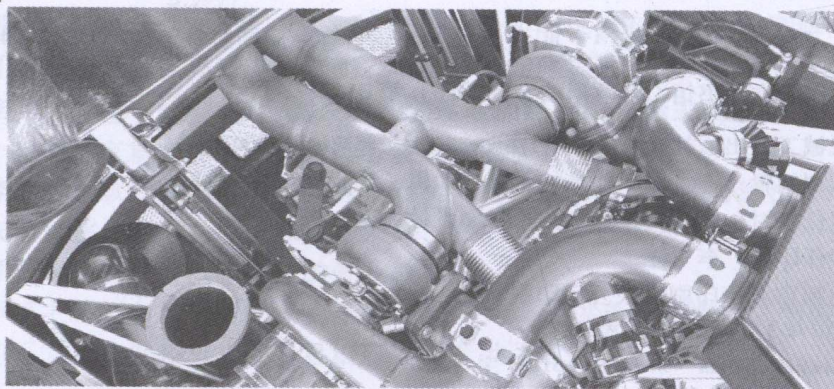
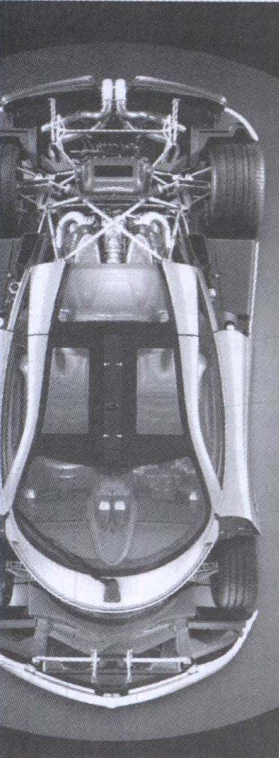


机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车维修 必知 888问

李伟◎主编



本书以问答的形式,紧贴汽车维修人员的实际工作,遵循由浅入深、循序渐进的认知规律,对汽车发动机、底盘、车身、电气设备构造、原理、维修、诊断进行说明,为刚刚步入汽车维修行业、缺乏维修经验和保养操作经验的人员讲述了现代汽车检查、调整、紧固、润滑、测量、诊断维护的示范性作业。书中列举了现代汽车故障现象、诊断流程和原因,便于维修人员更快捷、更规范地维修、维护车辆。

本书内容言简意赅、通俗易懂,具有较强的实用性。本书可以作为各个等级汽车维修人员的培训教材,也可供汽车驾驶、维修、维护和检测人员、汽车运用工程技术人员、大中专院校师生学习参考,同时也可作为车主了解汽车维修的普及教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车维修必知 888 问/李伟主编. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2016. 2
ISBN 978-7-111-52713-8

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车-车辆修理-问题解答 IV. ①U472.4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 016227 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:连景岩 杜凡如 责任编辑:连景岩 杜凡如

责任校对:佟瑞鑫 封面设计:鞠 杨

责任印制:李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2016 年 3 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 21 印张 · 518 千字

0 001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-52713-8

定价:49.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前言

随着汽车产量、销售量的迅速增长，汽车的保有量不断上升。同时，汽车技术的不断更新，促使汽车运用与维修行业对维修人员的维修技术提出了更高的要求。为了适应行业对汽车维修人员的要求，以及提高维修人员的知识水平和业务能力，特编写了本书。

本书以问答的形式，从基础知识学习到维修技能提高、从单一问题分析到交叉故障诊断、电路分析，既拓展了知识面，又提高了维修技能，以期尽最大可能地帮助维修人员和相关专业人员解决实际维修问题。

在本书编写过程中，从广大汽车维修人员的实际角度出发，在内容上力求简明实用，通俗易懂。本书紧贴汽车维修人员的实际工作，遵循由浅入深、循序渐进的认知规律，对汽车发动机、底盘、车身、电气设备构造、原理、维修、诊断进行说明，为刚刚步入汽车维修行业、缺乏维修经验和保养操作经验的人员讲述了现代汽车检查、调整、紧固、润滑、测量、诊断维护的示范性作业。书中列举了现代汽车故障现象、诊断流程和原因，便于维修人员更快捷、更规范地维修、维护车辆。

书中的问题既相对独立，又相互关联，既可结合实际选读和查阅，得到解决实际问题的方法和技巧，也可系统地学习以提高维修技能。本书每个问题都采用题头标注符号的方法，区别不同知识内容的难度，即 $\oplus$ 、 $\ominus$ 、 $\bullet$ 、 $\bullet$ 表示难度逐渐加深，没有标志的问题是维修人员必须掌握的知识。每个问题都有重点提示，便于读者快速捕捉学习重点。

本书内容言简意赅、通俗易懂，具有较强实用性，可以作为各个等级汽车维修人员的培训教材，也可供汽车驾驶、维修、维护和检测人员、汽车运用工程技术人员、大中专院校师生学习参考，同时也可作为车主了解汽车维修的普及教材。

本书由李伟主编，参加编写的还有李校研、马针、于洪燕、李春山、李微，由于涉及面广，书中的错误和不完善之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者



目 录

前言

第一章 发动机

第一节 发动机基本知识	1
1-1. 什么是汽车发动机?	1
1-2. 汽车由哪几部分组成?	2
1-3. 发动机由哪几部分组成?	2
1-4. 汽车的基本行驶原理是什么?	2
1-5. 发动机是如何分类的?	2
1-6. 发动机的动力性能指标有哪些?	2
1-7. 什么是有效功率?	2
1-8. 什么是有效转矩?	3
1-9. 什么是平均有效压力?	3
1-10. 什么是发动机转速?	3
1-11. 发动机的经济性指标有哪些?	3
1-12. 什么是有效热效率?	3
1-13. 什么是有效燃油消耗率?	3
1-14. 发动机的强化指标有哪些?	3
1-15. 什么是升功率?	3
1-16. 什么是强化系数?	3
1-17. 发动机紧凑性指标有哪些?	4
1-18. 什么是比容积?	4
1-19. 什么是比质量?	4
1-20. 什么是工作循环?	4
1-21. 什么是上止点?	4
1-22. 什么是下止点?	4
1-23. 什么是曲柄半径?	4
1-24. 什么叫活塞行程?	4
1-25. 什么是气缸工作容积?	4
1-26. 什么是燃烧室容积?	5
1-27. 什么是气缸总容积?	5
1-28. 什么是发动机排量?	6
1-29. 什么是压缩比?	6
1-30. 什么是发动机工况?	6
1-31. 什么是发动机负荷率?	6
1-32. 什么是发动机行程?	6

1-33. 汽油发动机是如何工作的?	6
1-34. 柴油发动机是如何工作的?	7
1-35. 大众直喷发动机是如何工作的?	8
1-36. 直喷发动机的均质混合气模式如何充气?	9
第二节 曲柄连杆机构	9
1-37. 发动机机体组由哪几部分组成?	9
1-38. 什么是气缸体?	9
1-39. 直喷发动机气缸体结构有何特点?	10
1-40. 直喷发动机气缸结构有何特点?	10
1-41. 气缸的排列形式有几种?	11
1-42. 气缸的三种排列形式各有何特点?	11
1-43. 气缸的结构形式有几种?	11
1-44. 曲轴箱结构有几种形式?	12
1-45. 气缸盖有何功用?	12
1-46. 新型直喷发动机气缸盖结构有何特点?	12
1-47. 气缸盖的形式有几种?	13
1-48. 缸盖内集成排气歧管有何结构?	13
1-49. 分体式气缸盖有何特点?	13
1-50. 单体式气缸盖有何特点?	14
1-51. 常见的燃烧室形状有几种?	14
1-52. 浴盆形燃烧室有何特点?	14
1-53. 楔形燃烧室有何特点?	14
1-54. 半球形燃烧室有何特点?	14
1-55. 柴油发动机燃烧室按其结构分为哪 几类?	14
1-56. 柴油发动机直喷燃烧室(统一式燃烧室) 结构有何特点?	14
1-57. 柴油发动机分隔式燃烧室结构有何 特点?	15
1-58. 气缸垫有何功用?	15
1-59. 气缸垫有哪几种结构?	15
1-60. 安装气缸垫要注意什么?	15
1-61. 油底壳有何功用?	15



1-62. 大众直喷发动机油底壳结构有何特点?	15	1-106. 如何检修气缸体、气缸盖裂纹?	25
1-63. 曲柄连杆机构有何功用?	16	1-107. 气缸磨损成锥形的原因有哪些?	26
1-64. 曲柄连杆机构是由哪些部分组成的?	16	1-108. 气缸磨损成椭圆形的原因有哪些?	26
1-65. 活塞有何功用?	17	1-109. 何谓气缸的圆度偏差?	26
1-66. 活塞是由哪些部分组成的?	17	1-110. 何谓气缸的圆柱度偏差?	26
1-67. 活塞的顶部结构有何特点?	17	1-111. 如何测量气缸磨损?	27
1-68. 活塞的头部结构有何特点?	17	1-112. 如何计算气缸的修理尺寸?	28
1-69. 活塞裙部结构有何特点?	18	1-113. 如何检查气缸体、气缸盖平面变形?	28
1-70. 何谓恒范活塞?	18	1-114. 如何选配活塞?	28
1-71. 何谓半拖鞋、全拖鞋式活塞?	18	1-115. 如何测量活塞直径?	29
1-72. 为什么活塞销与销孔轴线朝推力一 侧偏离活塞轴线 1 ~ 2mm?	18	1-116. 如何选配活塞环?	29
1-73. 活塞环有何功用?	18	1-117. 怎样检验活塞环?	29
1-74. 活塞环采用何种材料?	19	1-118. 如何检查活塞环三隙?	29
1-75. 活塞环有哪三隙?	19	1-119. 如何检测缸壁间隙?	29
1-76. 活塞环是如何工作的?	19	1-120. 如何安装活塞环?	30
1-77. 活塞环分为哪些形状?	19	1-121. 如何检查曲轴径向间隙?	30
1-78. 何谓矩形环?	19	1-122. 如何检查连杆轴承配合间隙?	30
1-79. 何谓锥形环?	20	1-123. 如何检查曲轴轴向间隙?	31
1-80. 何谓梯形环?	20	1-124. 如何检查曲轴裂纹?	31
1-81. 何谓桶面环?	20	1-125. 如何拆装曲轴瓦盖?	31
1-82. 扭曲环是如何工作的? 正反扭曲环是如 何定义的?	20	1-126. 如何检查曲轴轴承的配合间隙?	32
1-83. 油环有哪几类?	20	1-127. 如何检修连杆?	32
1-84. 活塞销有何功用?	21	1-128. 如何选配活塞销?	32
1-85. 活塞销结构有何特点?	21	1-129. 如何选配连杆衬套?	32
1-86. 活塞销的连接方式有哪几种?	21	1-130. 如何选配曲轴轴承?	32
1-87. 连杆组有何功用?	21	1-131. 如何避免活塞环装反?	32
1-88. 连杆组是由哪些零件组成的?	21	1-132. 如何判断活塞敲缸响?	32
1-89. 连杆轴承结构有何特点?	22	1-133. 如何判断拉缸声?	33
1-90. 曲轴飞轮组是由哪些零件组成的?	22	1-134. 如何判断活塞销响?	33
1-91. 曲轴有何功用?	22	1-135. 如何判断连杆轴承(瓦)响?	33
1-92. 曲轴是由哪些零件组成的?	22	1-136. 如何判断主轴承响?	33
1-93. 什么是曲拐单元?	22	1-137. 如何判断活塞环漏气响?	33
1-94. 何谓全支承曲轴及有何特点?	23	1-138. 刮轴瓦的目的是什么?	33
1-95. 曲轴扭转减振器有何功用?	23	1-139. 如何刮轴瓦?	33
1-96. 曲轴橡胶扭转减振器结构有何特点?	23	1-140. 什么是烧瓦?	34
1-97. 曲轴硅油扭转减振器结构有何特点?	23	1-141. 烧瓦有何现象?	34
1-98. 曲轴硅油-橡胶扭转减振器结构有何 特点?	23	1-142. 烧瓦的原因是什么?	34
1-99. 飞轮有何功用?	24	1-143. 如何排除烧瓦故障?	34
1-100. 双质量飞轮结构有何特点?	24	1-144. 冲缸垫会出现哪些故障现象?	34
1-101. 新款高尔夫 A6 双质量飞轮结构有何 特点?	24	1-145. 冲缸垫故障的原因有哪些?	35
1-102. 曲轴推力轴承有何功用?	24	1-146. 活塞环易出现哪些故障?如何检修?	35
1-103. 平衡机构有何功用?	25	1-147. 活塞销易产生哪些故障?如何检修?	35
1-104. 现代汽车的平衡机构结构有何特点?	25	1-148. 连杆易出现哪些故障?如何检修?	35
1-105. 六缸发动机各缸工作顺序是怎样的?	25	1-149. 怎样拆装湿式气缸套?	35
		第三节 配气机构	36
		1-150. 配气机构有何功用?	36
		1-151. 何谓充气效率?	36
		1-152. 配气机构由哪几部分组成?	36





1-153. 气门组件是由哪些零件组成的?	36
1-154. 气门传动组件是由哪些零件组成的?	36
1-155. 配气机构如何分类?	37
1-156. 顶置气门结构有何特点?	37
1-157. 上置式凸轮轴结构有何特点?	37
1-158. 中置式凸轮轴结构有何特点?	37
1-159. 下置式凸轮轴结构有何特点?	38
1-160. 什么是正时传动比?	38
1-161. 配气机构是如何工作的?	38
1-162. 何谓配气相位?	39
1-163. 何谓进气提前角?	39
1-164. 何谓进气迟后角?	39
1-165. 何谓排气提前角?	39
1-166. 何谓排气迟后角?	39
1-167. 进气门早开晚关有何目的?	39
1-168. 排气门早开晚关有何目的?	39
1-169. 何谓气门重叠角?	40
1-170. 何谓气门间隙?	40
1-171. 何谓可变配气机构?	40
1-172. 气门功用及空心气门的结构?	40
1-173. 气门头部结构有何特点?	40
1-174. 何谓气门锥角?	41
1-175. 气门座有何功用?	41
1-176. 气门导管有何功用?	41
1-177. 气门弹簧有何功用?	41
1-178. 气门油封有何功用?	42
1-179. 如何安装气门导管?	42
1-180. 怎样更换气门导管?	42
1-181. 气门弹簧结构有何特点?	42
1-182. 如何安装气门弹簧?	42
1-183. 凸轮轴有何功用?	42
1-184. 液压挺柱结构有何特点?	43
1-185. 液压挺柱是如何工作的?	43
1-186. 自动调整滚子摇臂 (RSH) 组件有 哪些?	43
1-187. 自动调整滚子摇臂 (RSH) 是如何 工作的?	44
1-188. VVT-i 系统结构有何特点?	44
⊕ 1-189. VVT-i 是如何工作的?	45
1-190. 本田 i-VTEC 可变配气机构结构有何 特点?	46
⊕ 1-191. 本田三段式 i-VTEC 是如何工作的?	46
1-192. 本田 i-VTEC 的电路与油路是如何控 制的?	46
⊕ 1-193. 可变气缸 (VCM) 系统结构有何 特点?	46
⊕ 1-194. 本田 VCM 发动机中 i-VTEC 可变气	

门升程如何实现?	48
⊕ 1-195. 宝马电子控制气门机构是如何工 作的?	48
1-196. 如何检测缸压?	48
1-197. 如何分析气缸压力的测量结果?	49
1-198. 如何测量凸轮轴轴向间隙?	49
1-199. 如何检修凸轮轴的弯曲?	50
1-200. 凸轮轴的凸轮磨损如何检查?	50
1-201. 如何检修凸轮轴轴颈?	50
1-202. 如何检测气门导管?	50
1-203. 如何判断第 1 缸压缩上止点?	51
1-204. 如何检修液压挺柱?	51
1-205. 调整气门间隙应注意哪些原则?	51
1-206. 如何调整气门间隙?	52
1-207. 怎样更换气门座圈?	52
⊕ 1-208. 气门铰刀类型有哪些?	53
⊕ 1-209. 如何铰削气门座?	53
● 1-210. 如何进行气门研磨?	53
● 1-211. 如何检查气门的密封性?	54
1-212. 如何拆装气门?	54
1-213. 如何检修正时链条?	54
⊕ 1-214. 如何更换正时带?	54
1-215. 如何调整新款捷达配气正时?	55
● 1-216. 如何选择配气门挺杆调整垫片?	57
1-217. 气门烧蚀现象、原因及如何排除?	57
1-218. 气门脚响现象、原因及如何排除?	58
1-219. 气门弹簧折断现象、原因及如何 排除?	58
1-220. 如何判断气门漏气现象、原因?	58
1-221. 气门漏气故障如何排除?	58
1-222. 气缸盖螺栓拆装顺序如何?	58
第四节 汽油发动机电控系统	59
● 1-223. 汽车电子控制系统由哪些零件 组成?	59
1-224. 汽车电子控制系统的硬件结构有何 特点?	59
● 1-225. 什么是汽车电子控制系统的软件?	59
1-226. 电子控制燃油喷射系统按喷射部位是如 何分类的?	59
1-227. 电子控制燃油喷射系统按喷油器数目是 如何分类的?	60
1-228. 何谓 D 型燃油喷射系统?	60
1-229. 何谓 L 型燃油喷射系统?	60
1-230. 何谓 M 型燃油喷射系统?	61
1-231. 电控燃油喷射系统按喷射方式如何 分类?	61



1-232. 空气供给系统的组成部件有哪些, 是如何工作的?	61	1-266. 进气压力传感器有何结构特点?	74
1-233. 燃油供给系统是如何工作的?	61	1-267. 进气压力传感器是如何工作的?	74
1-234. 电动燃油泵有何功用, 有哪几种类型?	62	1-268. 如何检测进气压力传感器?	74
1-235. 滚柱式电动燃油泵结构有何特点?	62	1-269. 如何检测冷却液温度传感器?	75
1-236. 涡轮式电动燃油泵结构有何特点?	62	1-270. 滑动电阻式节气门位置传感器结构有何特点?	77
1-237. 双级式燃油泵结构有何特点?	63	1-271. 双可变电阻式节气门位置传感器结构有何特点?	77
1-238. 奥迪 A8 燃油箱结构有何特点?	63	1-272. 霍尔式节气门位置传感器结构有何特点?	77
1-239. 奥迪 A8 燃油箱内的浮子膨胀箱有何功能?	63	1-273. 霍尔式节气门位置传感器是如何工作的?	78
1-240. ECU 控制的燃油泵是如何工作的?	64	1-274. 霍尔式加速踏板位置传感器结构有何特点?	78
1-241. 如何利用串联电阻控制油泵的转速?	64	1-275. 智能电子节气门控制系统加速踏板结构有何特点?	79
1-242. 如何利用油泵 ECU 控制油泵转速?	65	1-276. 智能电子节气门结构有何特点?	79
1-243. 如何利用发动机 ECU 直接控制油泵转速?	65	1-277. 如何检测智能电子节气门?	80
1-244. 燃油分配管的功用和结构是什么?	65	1-278. 如何检测大众电子节气门位置传感器?	80
1-245. 燃油压力调节器的功用和结构是什么?	66	1-279. 如何检测大众加速踏板位置传感器 G79 和 G185?	81
1-246. 喷油器有何结构? 有哪几种类型?	66	1-280. 磁电感应式曲轴位置传感器结构有何特点?	82
1-247. 球阀式和片阀式喷油器结构有何特点?	66	1-281. 磁电感应式曲轴/凸轮轴位置传感器是如何工作的?	82
1-248. 喷油器的控制电路图是怎样的?	67	1-282. 如何检测磁电感应式曲轴位置传感器?	83
1-249. 喷油器的驱动方式有哪几种?	67	1-283. 如何检测新款凯美瑞曲轴位置传感器?	84
1-250. 何谓喷油器电流驱动?	67	1-284. 霍尔式曲轴/凸轮轴位置传感器结构有何特点?	85
1-251. 何谓喷油器电压驱动?	67	1-285. 霍尔式曲轴/凸轮轴位置传感器是如何工作的?	85
1-252. 何谓喷油正时?	68	1-286. 如何检测霍尔式传感器?	86
1-253. 何谓顺序喷射?	68	1-287. 何谓磁阻元件式凸轮轴位置传感器?	86
1-254. 如何卸除燃油供给系统的压力?	68	1-288. 磁阻元件式凸轮轴位置传感器是如何工作的?	87
1-255. 如何检测燃油供给系统燃油压力?	69	1-289. 如何检测磁阻元件式凸轮轴位置传感器?	87
1-256. 何时更换燃油滤清器?	70	1-290. 爆燃传感器结构有何特点?	88
1-257. 如何更换燃油滤清器?	70	1-291. 如何检查爆燃传感器?	89
1-258. 热线式空气流量传感器结构有何特点?	70		
1-259. 热线式空气流量传感器是如何工作的?	70		
1-260. 如何检测热线式空气流量传感器?	71		
1-261. 热膜式空气流量传感器结构有何特点?	72		
1-262. 热膜式空气流量传感器是如何工作的?	72		
1-263. 如何检测热膜式空气流量传感器?	73		
1-264. 进气压力传感器结构有何特点?	74		
1-265. 进气压力传感器有何功用	74		



- 1-292. 新款奥迪废气再循环 (EGR) 传感器结构有何特点? 89
- 1-293. 大众宝来 EGR 系统的组成部件有哪些? 90
- 1-294. 大众宝来 EGR 传感器结构有何特点? 90
- 1-295. 氧传感器有何功用? 91
- 1-296. 二氧化锆式氧传感器结构有何特点? 91
- 1-297. 二氧化锆式氧传感器是如何工作的? 91
- 1-298. 如何检测新款捷达二氧化锆式氧传感器? 92
- 1-299. 宽量程氧传感器结构有何特点? 93
- 1-300. 宽量程氧传感器是如何工作的? 94
- 第五节 柴油供给系统 94
- 1-301. 柴油供给系统有何功用? 94
- 1-302. 柴油供给系统是由哪些部件组成的? 94
- 1-303. 柴油供给系统低压系统由哪些部件组成? 94
- 1-304. 柴油供给系统高压系统由哪些部件组成? 95
- 1-305. 柴油供给系统喷油器的功用是什么? 95
- 1-306. 喷油器常见形式有哪两种? 95
- 1-307. 孔式喷油器结构有何特点? 95
- 1-308. 轴针式喷油器结构有何特点? 95
- 1-309. 轴针式喷油器结构形式有哪几种? 96
- 1-310. 喷油泵有何功用? 96
- 1-311. 喷油泵有哪几种类型? 96
- 1-312. 柱塞式喷油泵由哪些组件组成? 96
- 1-313. 柱塞式喷油泵分泵由哪些重要部件组成? 96
- 1-314. 柱塞式喷油泵出油阀偶件结构有何特点? 97
- 1-315. 柱塞式喷油泵柱塞偶件结构有何特点? 97
- 1-316. 喷油泵的油量调节机构结构有何特点? 97
- 1-317. 柱塞式油泵是如何工作的? 98
- 1-318. 喷油泵驱动机构结构有何特点? 98
- 1-319. VE 转子分配泵有何特点? 98
- 1-320. VE 转子分配泵有哪些组成部件? 99
- 1-321. 滑片式输油泵有何作用? 99
- 1-322. VE 分配泵高压泵结构有何特点? 99
- 1-323. VE 分配泵的柱塞结构有何特点? 99
- 1-324. VE 分配泵驱动机构结构有何特点? 100
- 1-325. VE 分配泵驱动机构平面凸轮结构有何特点? 100
- 1-326. VE 分配泵驱动机构滚轮凸轮结构有何特点? 100
- 1-327. VE 分配泵是如何工作的? 100
- 1-328. VE 分配泵油量是如何控制的? 101
- 1-329. VE 分配泵是如何停车的? 101
- 1-330. 柴油机为什么要装调速器? 101
- 1-331. 柴油机的调速器有何功用? 101
- 1-332. 根据构造不同, 柴油机调速器可分哪几类? 102
- 1-333. 根据作用范围不同, 柴油机调速器可分哪几类? 102
- 1-334. 离心式调速器结构有何特点, 是如何工作的? 102
- 1-335. RAD 两速调速器结构有何特点? 102
- 1-336. RQV 型全速调速器结构有何特点? 103
- 1-337. VE 泵调速器是如何工作的? 103
- 1-338. VE 泵调速器结构有何特点? 103
- 1-339. VE 泵增压补偿器结构有何特点? 104
- 1-340. VE 泵大气压力补偿器结构有何特点? 104
- 1-341. 柱塞式喷油泵供油提前角自动调节器结构有何特点? 104
- 1-342. 柱塞泵供油提前角自动调节器是如何工作的? 105
- 1-343. VE 泵供油提前角自动调节器结构有何特点? 105
- 1-344. 何谓泵喷嘴? 105
- 1-345. 凸轮驱动式泵喷嘴结构有何特点? 105
- 1-346. 柴油油水分离器结构有何特点? 106
- 1-347. 油水分离器是如何工作的? 106
- 1-348. 如何检查针阀偶件? 106
- 1-349. 如何进行喷油器的喷油试验? 106
- 1-350. 如何检查起动加浓电磁阀? 107
- 1-351. 如何检查 VE 泵停油电磁阀? 107
- 1-352. 如何就车检查 A 型泵的喷油正时? 107
- 1-353. 如何就车检查 VE 泵的喷油正时? 107
- 1-354. 如何排除油路内的空气? 108
- 1-355. 如何诊断与排除柴油发动机不能起动的故障? 108
- 1-356. 如何诊断与排除柴油发动机功率不足故障? 109



1-357. 如何排除与诊断个别缸不工作?	109	机油泵是如何工作的?	115
1-358. 如何排除排气管排黑烟故障?	110	1-373. 机油滤清器功用、滤清方式如何?	115
1-359. 如何排除排气管排白烟故障?	110	1-374. 全流式机油滤清器结构有何特点?	115
1-360. 如何排除排气管冒蓝烟故障?	111	1-375. 改进型机油滤清器结构有何特点?	116
1-361. 如何排除发动机怠速不稳故障?	111	1-376. 机油滤清器何时更换?	116
1-362. 如何排除飞车故障?	111	1-377. 如何更换机油?	116
1-363. 什么是“游车”?产生的原因是什么? 如何排除?	112	1-378. 机油压力过高是什么原因?	117
1-364. 喷油器在使用中有哪些常见故障? 故障原因是什么?如何检查判断与 排除?	112	1-379. 机油压力低是什么原因?	117
第六节 润滑系统	113	1-380. 机油消耗过多是什么原因?	117
1-365. 润滑系统有何功用?	113	1-381. 机油变质是什么原因?	117
1-366. 润滑方式有哪几种形式?	113	1-382. 润滑系统油路如何清洗?	118
1-367. 润滑系统的组成及油路如何?	113	1-383. 如何检测机油压力?	118
1-368. 机油有何功用?	113	第七节 冷却系统	118
1-369. 机油如何分类?	114	1-384. 冷却系统的功用、组成如何?	118
1-370. 机油泵有何功用?	114	1-385. 节温器有何功用?	119
1-371. 大众具有自我调节功能的双中心 机油泵结构有何特点?	115	1-386. 双阀蜡式节温器工作原理是什么?	119
1-372. 大众具有自我调节功能的双中心		1-387. 双节温器结构有何特点?	119

第二章 电控共轨柴油发动机

2-392. 何谓柴油高压共轨?	122	2-405. 电控柴油共轨喷油时间是如何控 制的?	126
2-393. 柴油高压共轨系统组成如何?	122	2-406. 电控柴油共轨喷油压力是如何控 制的?	126
2-394. 高压共轨系统低压油路组成如何?	122	2-407. 电控柴油共轨喷油速率是如何控 制的?	127
2-395. 高压共轨系统高压油路组成如何?	123	2-408. 电控柴油共轨喷油方式是如何控 制的?	127
2-396. 电控高压共轨燃油喷射系统如何工 作?	123	2-409. 何谓着火滞后?	127
2-397. 电控柴油共轨流量限流器结构有 何特点?	123	2-410. 何谓预喷射?	127
2-398. 电控柴油共轨高压油泵结构有何 特点?	124	2-411. 何谓主喷射?	128
2-399. 电控柴油进油计量阀结构有何特 点?	124	2-412. 何谓后喷射?	128
2-400. 德尔福新型共轨结构有何特点?	124	2-413. 玉柴电控柴油共轨燃油系统结构 有何特点?	128
2-401. 电控柴油共轨喷油器结构有何特 点?	125	2-414. 玉柴 G6000 电控欧Ⅲ柴油机电控 单体泵有何特点?	128
2-402. 电控柴油压电式喷油器结构有何 特点?	125	2-415. 捷达电控柴油 SDI 的 VE 分配泵结构 有何特点?	129
2-403. 电控柴油压电式喷油器 如何工作?	125	2-416. 捷达电控柴油轴向 VE 分配泵内部、 外部结构有何特点?	129
2-404. 电控柴油共轨喷油量是如何控制 的?	126	2-417. 捷达电控柴油轴向 VE 分配泵传动	



- 机构有何特点? 130
- 2-418. 捷达电控柴油 VE 泵内部的油路系统有何特点? 130
- 2-419. 捷达电控柴油 VE 泵二级输油泵结构有何特点? 130
- 2-420. 捷达电控柴油 VE 泵压力控制阀结构有何特点? 130
- 2-421. 捷达电控柴油 VE 泵回油阀有何作用? 131
- 2-422. 捷达电控柴油 VE 泵高压泵结构有何特点? 131
- 2-423. 捷达电控柴油 VE 泵分配套筒和柱塞结构有何特点? 131
- 2-424. 捷达电控柴油 VE 泵控制套筒有何功用? 131
- 2-425. 捷达电控柴油 VE 泵柱塞是如何运动的? 131
- 2-426. 捷达电控柴油 VE 泵是如何进油的? 132
- 2-427. 捷达电控柴油 VE 泵是如何泵油和配油的? 132
- 2-428. 捷达电控柴油 VE 泵供油是如何结束的? 132
- 2-429. 捷达电控柴油 VE 泵出油阀有何功用? 132
- 2-430. 捷达电控柴油 VE 泵供油量调节装置如何工作? 133
- 2-431. 捷达电控柴油 VE 泵燃油切断电磁阀结构、功用如何? 133
- 2-432. 捷达电控柴油 VE 泵供油提前角(喷油正时)自动调节机构原理、

- 功用如何? 133
- 2-433. 捷达电控柴油 VE 泵转子螺线管电子调速器结构有何特点? 134
- 2-434. 电控柴油 VE 泵供油正时如何控制? 134
- 2-435. 宝来泵喷嘴结构有何特点? 135
- 2-436. 电预热塞结构有何特点? 135
- 2-437. 起动预热塞控制系统是如何控制的? 135
- 2-438. 宝来电控泵喷嘴的基本工作原理是什么? 136
- 2-439. 捷达电控柴油 VE 泵端子如何检测? 136
- 2-440. 如何检查捷达针阀升程传感器? 137
- 2-441. 宝来柴油机旁通阀式增压压力控制系统是如何工作的? 137
- 2-442. 可调叶片式增压压力控制系统是如何工作的? 137
- 2-443. 二次空气供给系统有何功用? 138
- 2-444. 二次空气泵是如何工作的? 138
- 2-445. 电控柴油 EGR 阀结构有何特点? 139
- 2-446. 可变截面增压 (VGT) 系统是如何工作的? 139
- 2-447. 何谓选择性催化还原 (SCR)? 140
- 2-448. 三元催化转化器结构有何特点? 140
- 2-449. 三元催化转化器工作条件如何? 141
- 2-450. 如何解决共轨式电控柴油发动机喷油器卡滞故障? 141
- 2-451. 如何解决共轨式电控柴油发动机曲轴位置传感器损坏故障? 141
- 2-452. 如何解决共轨管损坏故障? 142

第三章 底盘

- 第一节 底盘基础知识与离合器 144
- 3-453. 汽车底盘是由哪几部分组成的? 144
- 3-454. 传动系统是由哪几部分组成的?有何功用? 144
- 3-455. 行驶系统是由哪几部分组成的?有何功用? 144
- 3-456. 转向系统是由哪几部分组成的?有何功用? 144
- 3-457. 制动系统是由哪几部分组成的?有何功用? 144
- 3-458. 离合器有何功用? 144

- 3-459. 离合器由哪几部分组成? 145
- 3-460. 捷达轿车离合器是由哪几部分组成的? 145
- 3-461. 离合器 SAC 有何功能?如何自调? 145
- 3-462. 何谓离合器自由间隙和离合器自由行程? 147
- 3-463. 离合器是如何工作的? 147
- 3-464. 离合器内部操纵机构结构有何特点? 148





● 3-465. 新款东风货车离合器机构结构有何特点?	148
● 3-466. 新款东风货车的新型离合器助力器结构有何特点?	149
● 3-467. 东风货车新型离合器助力器是如何工作的?	149
● 3-468. 东风货车新型离合器助力器内部结构有何特点?	149
● 3-469. 液压助力式离合器操纵机构组成如何?	149
3-470. 离合器打滑故障如何排除?	149
3-471. 离合器分离不彻底故障如何排除?	150
3-472. 离合器发响故障如何排除?	151
3-473. 起步时发抖故障如何排除?	151
3-474. 如何调整离合器踏板行程?	151
3-475. 离合器液压系统如何排气?	151
3-476. 压盘平面度如何检查?	152
3-477. 如何检查摩擦片的磨损?	152
3-478. 新款东风货车的助力器推杆自由行程如何检查与调整?	152
第二节 变速器	153
3-479. 手动变速器如何变速?	153
● 3-480. 新款大众 5 档 0A4 型变速器有何结构?动力传递路线如何?	153
3-481. 手动 6 档变速器有何结构特点?	154
● 3-482. 大众奥迪 6 档手动变速器动力如何传递?	154
3-483. 同步器分为哪几种类型?	155
● 3-484. 锁环式同步器结构有何特点?	156
● 3-485. 手动变速器内部操纵机构结构有何特点?	156
● 3-486. 手动变速器换档锁装置有哪几种?	156
● 3-487. 大众变速器倒档锁装置如何工作?	157
3-488. 大众 5 档变速器换档控制装置的安装位置如何?	158
● 3-489. 大众 5 档变速器变速杆和换档装置壳体结构有何特点?	158
● 3-490. 大众 5 档变速器换档拨叉结构有何特点?	158
● 3-491. 大众 5 档变速器传动轴结构有何特点?	159
● 3-492. 大众 5 档变速器从动轴结构有何特点?	159
● 3-493. 大众 02Q 6 档变速器 5 档/6 档和倒档的输出轴结构有何特点?	160
● 3-494. 大众奥迪 1 档至 4 档的输出轴结构有何特点?	160
3-495. 变速器的异常声响如何排除?	160
3-496. 挂档后发响故障如何排除?	160
3-497. 变速器跳档故障如何排除?	161
3-498. 挂档困难故障如何排除?	161
3-499. 变速器乱档故障如何排除?	161
第三节 自动变速器	162
3-500. 自动变速器是由哪几部分组成的?	162
● 3-501. 自动变速器是如何工作的?	162
3-502. 自动变速器各档位有何功用?	162
● 3-503. 液力变矩器由哪几部分组成?	163
3-504. 液力变矩器有何功用?	163
● 3-505. 泵轮有何结构?有何功用?	164
3-506. 涡轮有何结构?有何功用?	164
3-507. 导轮有何结构?有何功用?	164
● 3-508. 锁止离合器如何工作?	164
3-509. 锁止离合器有何锁止条件?	165
● 3-510. 单向离合器结构有何特点?	165
3-511. 液力变矩器是如何工作的?	166
3-512. 低速时加速无力的故障原因是什么?	166
3-513. 高速(闭锁前)行驶加速无力的故障原因是什么?	160
3-514. 挂档后发动机熄火的故障原因是什么?	166
3-515. 变矩器锁止离合器(TCC)接合时有冲击,有异响或车辆发抖的故障原因是什么?	167
3-516. 液力变矩器有异响故障原因是什么?	167
3-517. 单排行星轮机构结构有何特点?	167
● 3-518. 辛普森式行星轮结构有何特点?	167
● 3-519. 拉维娜式行星轮结构有何特点?	167
● 3-520. CR-CR 式行星轮结构有何特点?	167
● 3-521. 组合式行星轮机构结构有何特点?	168
● 3-522. 如何分析大众 01M R 位传递路线?	168
● 3-523. 如何分析大众 01M D1 档传递路线?	169
● 3-524. 如何分析大众 01M D2 档传递路线?	169
● 3-525. 如何分析大众 01M D3 档传递路线?	169
● 3-526. 如何分析大众 01M D4 档传递	



路线?	169	印痕?	183
3-527. 如何分析丰田凯美瑞 U241E 自动 变速器 R 位动力传递路线?	169	3-561. 驱动桥漏油故障原因是什么?	183
3-528. 如何分析丰田凯美瑞 U241E 自动 变速器 D1 档动力传递路线?	170	3-562. 驱动桥发响故障原因是什么?	184
3-529. 如何分析丰田凯美瑞 U241E 自动 变速器 D2 档动力传递路线?	170	3-563. 驱动桥发热故障如何诊断?	184
3-530. 如何分析丰田凯美瑞 U241E 自动 变速器 D3 档动力传递路线?	171	第五节 车架与车桥	184
3-531. 如何分析丰田凯美瑞 U241E 自动 变速器 D4 档动力传递路线?	171	3-564. 车架有何类型?	184
3-532. 离合器有何作用? 结构有何 特点?	171	3-565. 车桥有何功用?如何分类?	184
3-533. 离合器是如何工作的?	172	3-566. 转向桥的功用及由哪几部分 组成?	185
3-534. 片式制动器有何作用? 结构有何特点? ..	172	3-567. 主销有何作用?结构有何特点?	185
3-535. 片式制动器是如何工作的?	172	3-568. 何谓主销后倾?	185
3-536. 无级变速器是如何变速的?	173	3-569. 何谓主销内倾?	186
3-537. 汽车不能行驶故障如何排除?	174	3-570. 何谓车轮外倾?	186
3-538. 自动变速器打滑故障如何排除?	175	3-571. 何谓前轮前束?	186
3-539. 自动变速器换挡时有较大的冲击故障如 何排除?	176	3-572. 何谓后轮外倾角?	186
3-540. 自动变速器升档过迟故障如何解决?	176	3-573. 何谓后轮前束?	186
3-541. 自动变速器不能升档故障如何排除?	177	3-574. 速腾前轮前束如何调整?	187
3-542. 自动变速器无前进档故障如何排除?	178	3-575. 速腾后车轮前束如何调整?	187
3-543. 自动变速器频繁跳档故障如何排除?	178	3-576. 汽车转向沉重故障如何排除?	187
3-544. 自动变速器不能强制降档故障如何排 除?	178	3-577. 汽车低速摆头故障如何排除?	188
3-545. 自动变速器有异响故障如何排除?	179	3-578. 汽车高速摆振故障如何排除?	188
第四节 汽车传动系统	180	3-579. 汽车行驶跑偏故障如何排除?	189
3-546. 万向传动装置有何功用?	180	3-580. 如何检查与调整车轮定位?	189
3-547. 十字轴万向节结构有何特点?	180	第六节 车轮与轮胎	190
3-548. VL 型球笼式等速万向节结构有何特 点?	180	3-581. 车轮有何功用?结构有何特点?	190
3-549. 三叉式等速万向节结构有何特点?	180	3-582. 国产轮辋规格的表达方法如何?	191
3-550. 如何装配等角速万向节?	181	3-583. 轮胎有何功用?如何分类?	191
3-551. 驱动桥是由哪几部分组成, 有何功用? ..	181	3-584. 轮胎规格的表达方法如何?	191
3-552. 主减速器有何功用?	181	3-585. 如何作轮胎的动平衡?	192
3-553. 差速器有何功用?有几种类型?	182	3-586. 如何检修内胎?	193
3-554. 差速器是由哪几部分组成的?	182	3-587. 如何检修外胎?	194
3-555. 托森差速器结构有何特点?	182	3-588. 如何检查轮胎气压?	194
3-556. 半轴有何功用?半轴有几种支承形式?	182	3-589. 如何排除轮胎偏磨故障?	194
3-557. 全浮式半轴支承结构有何特点?	182	3-590. 如何排除轮胎中央磨损故障?	194
3-558. 半浮式半轴支承结构有何特点?	183	3-591. 如何排除轮胎锯齿磨损?	195
3-559. 桥壳有何功用?有几种类型?	183	3-592. 如何进行轮胎换位?	195
3-560. 如何调整减速器主、从动锥齿轮啮合		第七节 悬架	195
		3-593. 悬架有何功用?	195
		3-594. 悬架是如何分类的?	195
		3-595. 悬架是由哪几部分组成的?	196
		3-596. 钢板弹簧结构有何特点?	196
		3-597. 扭杆弹簧有何作用?结构有何特点?	196
		3-598. 多连杆麦弗式前悬架稳定吗?	197
		3-599. 速腾优化麦弗逊式前悬架结构有	



何特点?	197	的?	210
3-600. 速腾四连杆悬架结构有何特点?	198	3-634. 东风货车气压制动操纵机构结构有何特点?	210
3-601. 速腾、迈腾轿车的横向稳定器结构有何特点?	198	3-635. 排气制动装置的构造、功用如何?	211
3-602. 如何检修减振器?	199	3-636. 真空助力式液压制动传动装置结构有何特点?	211
3-603. 如何排除悬架异响故障?	199	3-637. 真空助力式液压制动传动装置是如何工作的?	211
第八节 转向系统	199	3-638. 空气压缩机有何功用? 如何分类?	211
3-604. 转向系统由哪几部分组成?	199	3-639. 空气压缩机结构有何特点?	211
3-605. 何谓转向系统角传动比?	199	3-640. 汽车驻车制动手控阀结构有何特点?	211
3-606. 何谓转向系统自由行程?	199	3-641. 汽车驻车制动手控阀是如何工作的?	211
3-607. 齿轮齿条转向器结构有何特点?	199	3-642. 组合制动气室结构有何特点?	212
3-608. 动力转向系统有何功用?组成如何?	200	3-643. 组合制动气室是如何工作的?	212
3-609. 轿车动力转向系统结构有何特点?	200	3-644. 组合制动气室内部结构有何特点?	213
3-610. 电控助力转向系统组成如何?	200	3-645. 东风货车的排气制动是如何工作的?	213
3-611. 滚珠丝杠是如何实现转向助力的?	201	3-646. 东风 EQ2102 越野车排气制动系统的结构有何特点?	213
3-612. 转向沉重故障如何排除?	202	3-647. 东风 EQ2102 越野车排气制动系统的电路如何?	213
3-613. 转向不稳故障如何排除?	203	3-648. 东风 EQ2102 越野车排气制动系统是如何工作的?	214
3-614. 转向单边转向不足故障如何排除?	203	3-649. 防抱死制动系统 (ABS) 是如何工作的?	215
3-615. 转向盘自由转动量过大故障如何排除?	203	3-650. ABS 有哪几种布置形式?	215
3-616. 车轮回正不良故障如何解决?	204	3-651. 气压制动 ABS 组成如何?	215
3-617. 液压动力转向转向沉重故障如何排除?	204	3-652. 货车气压制动 ABS 是如何工作的?	215
3-618. 汽车直线行驶时, 转向盘发飘或跑偏故障如何解决?	204	3-653. ABS 电子/电气部件结构有何特点?	216
3-619. 左右转向轻重不同故障如何排除?	205	3-654. 电子驻车 (EPB) 系统的组成部件有哪些?	216
3-620. 快转向时转向盘感到沉重故障如何排除?	205	3-655. EPB 系统是如何工作的?	216
3-621. 转向时有噪声如何诊断?	205	3-656. 制动失效故障如何排除?	217
3-622. 转向液压泵压力如何检查?	205	3-657. 制动反应迟缓故障如何诊断?	217
3-623. 动力转向系统压力如何检查?	206	3-658. 制动跑偏故障如何诊断?	218
3-624. 如何诊断与排除捷达转向系统异响故障?	206	3-659. 制动拖滞故障如何排除?	218
3-625. 如何调整哈飞前束?	207	3-660. 气压制动装置常见故障如何判断与排除?	219
第九节 制动系统	207	3-661. 如何调整驻车制动器?	220
3-626. 制动系统有何功用?	207	3-662. 真空助力器工作情况如何检查?	220
3-627. 制动系统是由哪些部件组成? 如何工作?	208		
3-628. 鼓式制动器结构有何特点?	208		
3-629. 盘式制动器结构有何特点?	208		
3-630. 东风系列货车鼓式制动器结构有何特点?	209		
3-631. 前轮盘式制动器由哪些部件组成?	209		
3-632. 驻车制动器有何功用?是如何分类的?	209		
3-633. 液压制动系统是由哪些部件组成			



3-663. 东风货车制动间隙如何局部调整?	221
3-664. 东风货车制动间隙如何全面调整?	221
3-665. 东风货车制动间隙如何自动调整?	221
3-666. 如何检查、调整制动踏板的自由行程?	221
3-667. 如何检查后鼓式制动器?	222
3-668. 如何检修长安之星 ABS 液压单元?	222
3-669. 如何调整、检查哈飞微型车的感载比例阀?	223
3-670. 如何检查、调整东风货车车轮制动器间隙?	224
3-671. 如何对制动系统排气、如何选用制动液?	224
3-672. 大众奥迪 A6 ABS 结构有何特点?	225
3-673. 大众奥迪 A6 ABS 电源电路如何控	

制?	225
3-674. 大众奥迪 A6 ABS 液压阀调整单元与其控制继电器如何控制 ABS?	227
3-675. 大众奥迪 A6 ABS 回流泵电动机与其控制继电器如何工作?	227
3-676. 大众奥迪 A6 ABS 自诊断功能与警告灯电路如何工作?	227
3-677. 大众奥迪 A6 ABS 自检工作过程如何?	227
3-678. 大众奥迪 A6 ABS 工作过程如何?	227
3-679. 奥迪驻车制动 (EPB) 的检测方法如何?	228

第四章 汽车电器

第一节 蓄电池	229
4-680. 何谓蓄电池?	229
4-681. 蓄电池有何功用?	229
4-682. 蓄电池是如何分类的?	229
4-683. 免维护蓄电池结构有何特点?	229
4-684. 怎样利用单格放电计测量蓄电池放电?	230
4-685. 怎样检测蓄电池电解液密度?	230
4-686. 蓄电池的充电种类有哪些?	231
4-687. 什么情况下需进行补充充电?	231
4-688. 怎样进行去硫化充电?	231
4-689. 蓄电池充电有哪些方法?	231
4-690. 什么是定流充电?怎样进行定流充电?	231
4-691. 什么是定压充电?怎样进行定压充电?	231
4-692. 脉冲快速充电的优点有哪些?	231
第二节 交流发电机	232
4-693. 交流发电机有何功用?	232
4-694. 交流发电机按结构如何分类?	232
4-695. 交流发电机按励磁绕组搭铁方式如何分类?	232
4-696. 交流发电机按装用二极管如何分类?	232
4-697. 交流发电机按外部接线如何分类?	232
4-698. 交流发电机结构有何特点?	232
4-699. 发电机定子结构有何特点?	233
4-700. 发电机转子结构有何特点?	233
4-701. 发电机整流器结构有何特点?	233
4-702. 交流发电机的电刷架结构有何特点?	233
4-703. 交流发电机内搭铁、外搭铁形式结构	

有何特点?	234
4-704. 本田发电机的电脑控制的电压调节器的电路如何?	234
4-705. 大众轿车电源管理系统是如何控制发电的?	234
4-706. 如何对发电机转子进行检查?	235
4-707. 如何对发电机定子进行检查?	235
4-708. 如何对发电机整流器进行检查?	235
4-709. 如何对交流发电机进行性能测试?	236
4-710. 如何对发电机的 V 带进行检查?	236
4-711. 如何排除发电机不充电故障?	236
4-712. 如何排除发电机充电量过小的故障?	236
4-713. 如何排除发电机充电量过大的故障?	237
4-714. 如何排除发电机充电不稳故障?	237
4-715. 如何分析丰田皇冠充电系统电路?	238
4-716. 如何分析丰田卡罗拉充电电路?	238
第三节 起动系统	239
4-717. 起动系统由哪些部件组成?	239
4-718. 起动机按控制方式如何分类?	239
4-719. 起动机按机构啮入方式如何分类?	240
4-720. 串励直流电动机的结构有何特点?	240
4-721. 串励直流电动机的机壳有何功用?	240
4-722. 串励直流电动机的磁极有何作用, 结构有何特点?	240
4-723. 串励直流电动机的电枢结构有何特点?	240
4-724. 串励直流电动机的电刷结构有何特点?	241
4-725. 起动机的控制装置结构有何特点?	241



4-726. 起动机电磁式控制工作过程如何?	241	4-758. 多缸点火系统如何累计计数?	252
4-727. 外啮合式减速起动机结构有何特点?	242	4-759. 常见车系的累计计数基准点信号出现时距离1缸压缩上止点是多少度?	252
4-728. 外啮合式减速起动机控制工作过程如何?	242	4-760. 何谓双缸点火方式?	252
4-729. 行星轮式啮合式减速起动机结构有何特点?	243	4-761. 双缸点火方式控制电路图如何?	252
4-730. 大众无继电器起动电路如何分析?	243	4-762. 单缸独立点火电路如何?	252
4-731. 丰田威驰轿车起动电路如何分析?	243	4-763. 单缸独立点火线圈结构有何特点?	253
4-732. 新款丰田皇冠轿车起动系统电路如何分析?	243	4-764. 大众点火系统电路如何分析?	253
4-733. 丰田智能起动系统工作过程如何?	245	4-765. 大众新款高尔夫轿车单缸独立点火线圈如何检查?	254
4-734. 丰田智能起动系统点火开关结构有何特点?	245	4-766. 何谓点火控制闭合角?	254
4-735. 丰田智能起动系统主体 ECU 有何功能?	246	4-767. 卡罗拉直接点火系统电路如何分析?	255
4-736. 起动机电枢绕组如何检修?	246	4-768. 新款皇冠点火电路如何分析?	256
4-737. 起动机励磁绕组如何检查?	246	4-769. 捷达点火线模块如何检测?	256
4-738. 起动机电刷弹簧如何维修?	247	第五节 照明、信号装置	257
4-739. 起动机离合器和驱动齿轮如何维修?	247	4-770. 照明与信号系统中有哪些灯?	257
4-740. 起动机电磁开关如何维修?	247	4-771. 前照灯光学组件由哪些部件组成?	258
4-741. 起动机空载性能如何检测?	248	4-772. 常见的外部灯具有哪些?	258
4-742. 电磁开关如何检测?	248	4-773. 常见的内部灯具有哪些?	259
4-743. 起动机如何调整与使用?	248	4-774. 氙气灯构造有何特点?	260
4-744. 如何诊断与排除起动机不转动的故障?	249	4-775. 氙气灯是如何工作的?	260
4-745. 如何诊断与排除起动机转动无力的故障?	249	4-776. 前照灯自动变光是如何工作的?	261
4-746. 如何诊断与排除起动机空转的故障?	249	4-777. 前照灯自动变光电路如何分析?	261
4-747. 电磁开关吸合不牢的故障如何诊断与排除?	250	4-778. 前照灯延时控制电路如何分析?	261
第四节 点火系统	250	4-779. 氙气前照灯电路如何分析?	262
4-748. 点火系统有何功用?	250	4-780. 自适应前照灯系统 (AFS) 组成如何?	262
4-749. 发动机对点火系统有哪些要求?	250	4-781. AFS 自适应前照灯是如何工作的?	263
4-750. 点火系统按点火能量的储存方式如何分类?	250	4-782. 卡罗拉前照灯电路如何分析?	263
4-751. 点火系统按信号发生器工作如何分类?	250	4-783. 卡罗拉前照灯自动控制电路如何分析?	264
4-752. 点火系统按照初级电路的控制方式如何分类?	250	4-784. 汽车信号装置的组成部件有哪些?	266
4-753. 点火系统按照高压电的配电方式如何分类?	251	4-785. 丰田卡罗拉转向和危险警告灯电路如何分析?	266
4-754. 现代轿车电子点火系统的组成、功用如何?	251	4-786. 集成闪光器是如何工作的?	268
4-755. 火花塞结构有何特点?	251	4-787. 数字仪表有何特点?	268
4-756. 如何确定点火提前角?	251	4-788. 平视显示装置结构有何特点?	269
4-757. 如何确定累计计数基准点?	252	4-789. 数字仪表组成如何?	269
		第六节 其他电器设备	270
		4-790. 电动车窗构造有何特点?	270
		4-791. 丰田卡罗拉电动车窗电路如何分	



- 析? 270
- 4-792. 电动刮水器结构有何特点? 272
- 4-793. 比亚迪 F6 轿车刮水系统电路如何分析? 272
- 4-794. 中控门锁有何功用? 274
- 4-795. 中控门锁组成如何? 274
- 4-796. 中控门锁总成组成如何? 274
- 4-797. 中控门锁控制电路有何特点? 275
- 4-798. 汽车自动门锁是如何工作的? 275
- 4-799. 丰田卡罗拉中控门锁电路如何分析? 276
- 4-800. 丰田卡罗拉遥控门锁控制电路如何分析? 276
- 4-801. 电动天窗有何组成部件? 279
- 4-802. 电动天窗电路如何分析? 279
- 4-803. 电动后视镜的组成部件有哪些? 279
- 4-804. 电动后视镜电路如何分析? 280
- 4-805. 电动座椅的组成部件有哪些? 281
- 4-806. 电动座椅传动机构有何特点? 282
- 4-807. 电动座椅电路如何分析? 282
- 4-808. 电动座椅腰部支撑控制电路如何分析? 283
- 4-809. 安全气囊 (SRS) 有何功用? 284
- 4-810. 安全气囊组成如何? 284
- 4-811. 安全气囊是如何工作的? 284
- 4-812. 安全气囊组件结构有何特点? 284
- 4-813. 气体发生器结构有何特点? 284
- 4-814. 点火器的结构、功用如何? 285
- 4-815. 双级前部驾驶人安全气囊是如何工作的? 285
- 4-816. 前乘客侧安全气囊是如何工作的? 286
- 4-817. 如何排除安全气囊灯点亮, 左/右碰撞传感器故障? 287
- 4-818. 如何排除速腾舒适型 (配备四气囊) 安全气囊故障灯报警故障? 288
- 4-819. 大众第四代 WFS 防盗系统组成、安装位置如何? 289
- 4-820. 使用和启动授权开关 E415 外观是怎样的? 289
- 4-821. 第五代电子点火锁有何功能? 289
- 4-822. 何谓高级钥匙? 290
- 4-823. 如何进行第五代车辆锁定及解锁? 291
- 4-824. 奥迪 A5 发动机启动时防盗锁的工作流程如何? 292
- 4-825. 什么是数据总线、CAN 总线? 292
- 4-826. CAN 数据总线的应用如何? 293
- 4-827. CAN 数据总线是如何工作的? 293
- 4-828. CAN 总线系统的传输速度如何? 294
- 4-829. 何谓网关? 294
- 4-830. CAN 总线系统组成如何? 294
- 4-831. CAN 总线有何特点? 295
- 4-832. 何谓 CAN 总线的节点? 295
- 4-833. 节点和单片机控制系统有何区别? 296
- 4-834. 大众速腾 CAN 动力总线节点有哪些? 296
- 4-835. CAN 总线常见故障有哪些? 296
- 4-836. 奥迪汽车 CAN 总线连接插头结构有何特点? 296
- 4-837. 奥迪汽车 CAN 总线连接插头安装在哪儿? 297
- 4-838. 如何用总线检测箱检测奥迪汽车 CAN 总线? 297
- 4-839. 何谓 LIN 总线? 297
- 4-840. 大众速腾刮水器电动机 LIN 总线有何作用? 主要控制内容有哪些 297
- 4-841. 何谓 BSD 总线? 299
- 4-842. 如何检测大众 CAN 总线的电阻? 299
- 4-843. 如何用示波器电压检测车载网络系统? 299
- 4-844. 如何用万用表电压检查法检测车载网络系统? 300
- 4-845. 汽车空调有何功能? 300
- 4-846. 汽车空调是如何分类的? 300
- 4-847. 膨胀阀式制冷系统由哪些部件组成? 300
- 4-848. 膨胀管式制冷系统结构有何特点? 301
- 4-849. 独立式空调有何特点? 301
- 4-850. 非独立式空调有何特点? 301
- 4-851. 冷暖分开型空调结构有何特点? 301
- 4-852. 冷暖一体型空调结构有何特点? 301
- 4-853. 全功能型空调系统结构有何特点? 302
- 4-854. 何谓手动空调? 302
- 4-855. 何谓半自动空调? 302
- 4-856. 何谓全自动空调? 302



4-857. 何谓定排量空调系统?	303	4-875. 空调高压开关结构有何特点?	308
4-858. 何谓变排量空调系统?	303	4-876. 高压开关是如何工作的?	308
4-859. 制冷系统是如何工作的?	303	4-877. 低压开关有何功用?	309
4-860. 空调压缩机有何功用?	304	4-878. 低压开关结构有何特点? 是如何工作的?	309
4-861. 压力调节式变排量压缩机结构有何特点?	304	4-879. 高低压力组合开关结构有何特点? 安装位置在哪儿?	309
4-862. 压力调节式变排量压缩机是如何工作的?	304	4-880. 高低压开关是如何工作的?	309
4-863. 电控调节的变排量压缩机是如何工作的?	305	4-881. 空调三位压力开关作用及结构有何特点, 安装位置在哪儿?	310
4-864. 冷凝器有何作用?	305	4-882. 空调三位压力开关是如何工作的?	310
4-865. 蒸发器结构有何特点?	306	4-883. 丰田卡罗拉自动空调的组成部件有哪些?	310
4-866. 蒸发器有何功用?	306	4-884. 丰田卡罗拉 PTC 加热器有何功用?	311
4-867. 蒸发器是如何工作的?	306	4-885. 丰田卡罗拉自动空调是如何工作的?	312
4-868. 膨胀阀有何功用?	306	4-886. 空调系统如何抽真空?	312
4-869. 膨胀阀类型有哪三种?	306	4-887. 如何加注制冷剂?	313
4-870. H 形膨胀阀结构有何特点?	307	4-888. 新款捷达空调工作原理及电路如何分析?	314
4-871. H 形膨胀阀是如何工作的?	307		
4-872. 何谓液击?	307		
4-873. 储液器有何功用?	307		
4-874. 空调高压开关有何保护方式?	308		

第一章

发 动 机



第一节 发动机基本知识



1-1. 什么是汽车发动机？

发动机是将其他形式的能量转变为机械能的一种机械装置。现代发动机的设计和制造技术使它可以满足大众对汽车性能和环境保护的要求，发动机是汽车的“心脏”。图 1-1 所示为奥迪 4.2L V8 FSI 发动机。

发动机是一台由多种机构和系统组成的复杂机器。现代汽车发动机的结构形式很多，发动机的具体构造也多种多样，但基本工作原理一致。

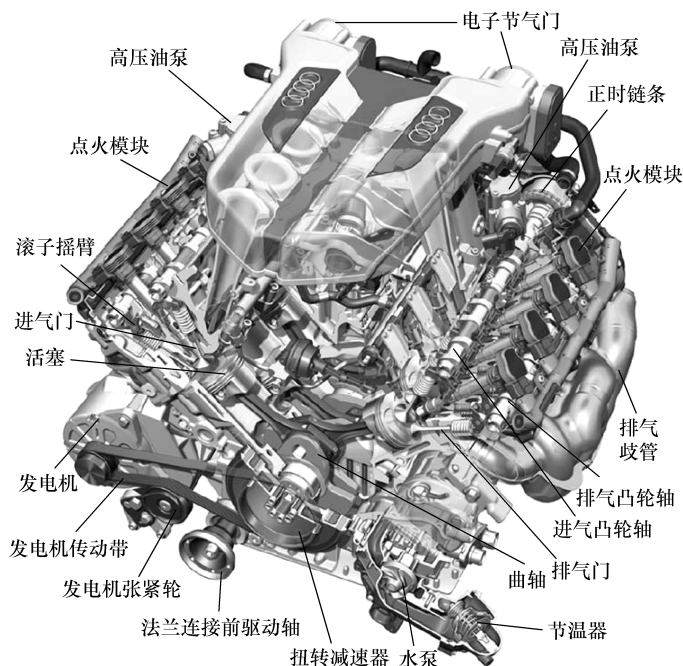


图 1-1 奥迪 4.2L V8 FSI 发动机



1-2. 汽车由哪几部分组成?

现代汽车是由发动机、底盘、电器设备、车身四部分组成,如图 1-2 所示。

1-3. 发动机由哪几部分组成?

现代汽车发动机的结构形式很多,发动机的具体构造也多种多样,但由于其基本工作原理一致,从总体功能来看,其基本结构大同小异,都是由两大机构和五大系统组成,即曲柄连杆机构、配气机构、供给系统、冷却系统、润滑系统、起动系统和点火系统(柴油机没有)。

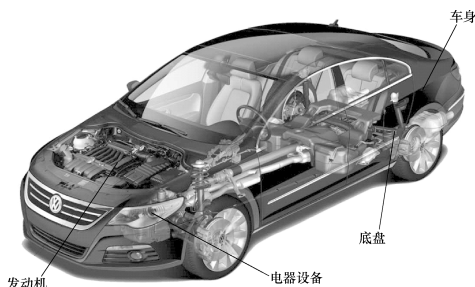
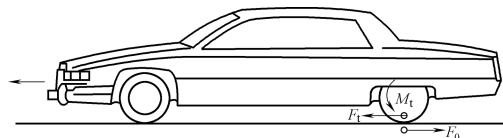


图 1-2 汽车结构图

1-4. 汽车的基本行驶原理是什么?

要使汽车行驶,必须具备两个基本行驶条件:驱动条件和附着条件。汽车的驱动力由发动机产生。发动机发出的转矩经由传动系统传到车轮上,力图使车轮旋转。

与此同时,地面对车轮施加一与 F_0 数值相等、方向相反的反作用力 F_i ,如图 1-3 所示, F_i 就是驱动力。汽车的行驶总阻力 ΣF 包括滚动阻力 F_f 、空气阻力 F_w 和上坡阻力 F_i 。



(为了便于说明问题,将 F_0 和 F_i 分别给在不同物体上,其实它们应在同一直线上)

图 1-3 驱动力产生的示意图

汽车行驶的过程,是驱动力能否克服各种阻力的交替变化的过程。当 $F_i = \Sigma F$ 时,汽

车匀速行驶;当 $F_i > \Sigma F$ 时,汽车速度增加,同时空气阻力亦随车速的增加而急剧增大,在某个较高速度处达到新的平衡然后匀速行驶;当 $F_i < \Sigma F$ 时,汽车减速乃至停驶。这时,如果要维持较高的车速,就需要加大发动机的输出功率或将变速器换入较低的档位以维持较大的驱动力。

1-5. 发动机是如何分类的?

- 1) **按使用燃料分:** 汽油机、柴油机(天然气、液化气)等。
- 2) **按工作循环分:** 四冲程发动机、二冲程发动机。
- 3) **按气门位置分:** 顶置气门式发动机、侧置气门式发动机。
- 4) **按气缸排列分:** 直列式发动机、V 型发动机。
- 5) **按气缸数分:** 单缸发动机、多缸发动机。
- 6) **按进气活塞运动方式分:** 往复活塞式、旋转活塞式(转子发动机)。
- 7) **按进气状态不同分:** 增压式发动机、非增压式发动机。
- 8) **按冷却方式不同分:** 水冷发动机、风冷发动机。

1-6. 发动机的动力性能指标有哪些?

汽车发动机动力性指标是表征发动机做功能力大小的指标,一般用有效功率 P_e 、有效转矩 M_e 、平均有效压力 P_{me} 、转速 n 和活塞平均速度 v 来表示。

1-7. 什么是有效功率?

发动机曲轴所输出的功率,称有效功率 P_e (kW)、它是由发动机台架实验测得的数据计算出来的。从理论分析,有效功率 P_e 等于指示功率 P_i 与机械损失功率 P_m 之差。

$$P_e = P_i - P_m$$



1-8. 什么是有效转矩?

由发动机曲轴输出的转矩, 称为有效转矩 M_e ($\text{N} \cdot \text{m}$)。它与有效功率 P_e 、发动机转速 n (r/min) 之间的关系如下。

$$M_e = \frac{9549 P_e}{n} \text{ 或 } P_e = \frac{M_e n}{9549}$$

1-9. 什么是平均有效压力?

发动机单位气缸工作容积输出的有效功, 称为平均有效压力 P_{me} (kPa)。有效压力与平均有效压力关系为

$$P_e = \frac{i P_{me} V_h n}{30 \tau} \times 10^{-3} \text{ kW} \quad (\tau \text{ 表示发动机冲程数}) \text{ 或 } P_{me} = \frac{3.14 M_e \tau}{1000 V_h i}$$

对于排量 ($i \times V_h$) 一定的发动机, M_e 值越大, 则单位气缸工作容积输出功率越多, 输出转矩越大。 P_e 值是发动机重要的动力指标之一。

1-10. 什么是发动机转速?

发动机转速为发动机曲轴每分钟的回转数, 用 n 表示, 单位为 r/min 。

1-11. 发动机的经济性指标有哪些?

发动机的经济性指标包括有效热效率 η_e 、有效燃油消耗率 g_e 。

1-12. 什么是有效热效率?

燃料燃烧所产生的热量转化为有效功的百分数。循环的有效功与所消耗燃料的热量之比, 称为有效热效率 η_e 。有效热效率越高, 发动机的经济性越好。

1-13. 什么是有效燃油消耗率?

发动机每输出 $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 的有效功所消耗的燃油量称为有效燃油消耗率, 单位为 $\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 。可按下列公式计算: $g_e = B \times 10^3 / P_e$ (B 是发动机在单位时间内的耗油量, kg/h , 可由试验测定; P_e 是发动机的有效功率, kW)。

1-14. 发动机的强化指标有哪些?

强化指标是指发动机承受热负荷和机械负荷能力的评价指标, 一般包括升功率和强化系数等。

1-15. 什么是升功率?

在标定工况下, 单位发动机排量输出的有效功率称为升功率 P_i 。升功率大表明每升气缸工作容积发出的有效功率大, 发动机的热负荷和机械负荷都高。

1-16. 什么是强化系数?

平均有效压力与活塞平均速度的乘积为强化系数。

活塞平均速度是指发动机在标定转速下工作时, 活塞往复运动速度的平均值。它与发动机转速的关系为: $G_m = S n \times 10^3 / 3$ (G_m 为活塞平均速度, m/s ; S 为活塞行程, mm ; n 为发动机标定转速, r/min)。

不论是活塞平均速度高, 还是平均有效压力大, 均使发动机的热负荷和机械负荷增高。因此, 强化系数表征了发动机的强化程度。随着发动机技术的不断进步, 其强化程度越来越



越高。

1-17. 发动机紧凑性指标有哪些？

紧凑性指标是用来表征发动机总体结构紧凑程度的指标，通常用比容积和比质量衡量。

1-18. 什么是比容积？

发动机外廓体积与其标定功率的比值称为比容积。

1-19. 什么是比质量？

发动机的净质量与其标定功率的比值称为比质量。净质量是指未加注燃油、机油和冷却液的发动机质量。比容积和比质量越小，发动机结构越紧凑。

1-20. 什么是一个工作循环？

四冲程发动机经过进气、压缩、做功、排气四个行程而完成一个工作循环。这期间活塞在上、下止点间往复运动四个行程，曲轴旋转两周，即每一个行程有 180° 曲轴转角。

1-21. 什么是上止点？

上止点（TDC）是指活塞顶距曲轴旋转中心最远的位置，如图 1-4 所示。

1-22. 什么是下止点？

下止点（BDC）是指活塞顶距离曲轴旋转中心最近的位置，如图 1-5 所示。

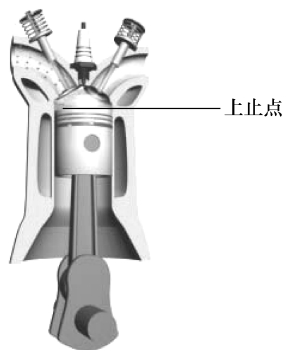


图 1-4 上止点

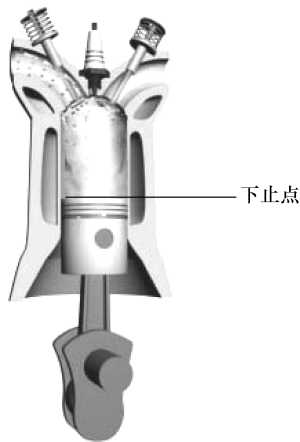


图 1-5 下止点

1-23. 什么是曲柄半径？

曲轴的回转半径 R 称为曲柄半径（图 1-6），即由曲轴旋转中心到曲柄销中心的距离。

1-24. 什么叫活塞行程？

活塞行程 S 是指上、下止点间的距离，如图 1-7 所示。显然，曲轴每回转一周，活塞移动两个活塞行程。

1-25. 什么是气缸工作容积？

气缸工作容积（图 1-8）是指上下止点间所包括的气缸容积，用 V_s 表示，单位为 L。即有



$$V_s = \frac{\pi D^2 s}{4} \times 10^6$$

式中, D 为气缸直径, mm; s 为活塞行程, mm。

1-26. 什么是燃烧室容积?

燃烧室容积 V_c (图 1-9) 是指活塞在气缸内做往复直线运动, 当活塞位于上止点时, 活塞顶以上气缸盖底面以下所形成的空间。

1-27. 什么是气缸总容积?

气缸工作容积与燃烧室容积之和称为气缸总容积 (图 1-10), 用 V_a 表示。即

$$V_a = V_c + V_s$$

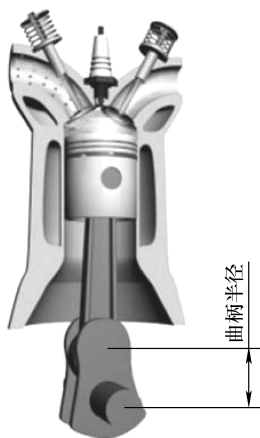


图 1-6 曲柄半径

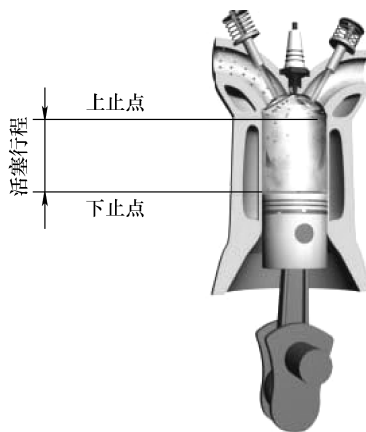


图 1-7 活塞行程图

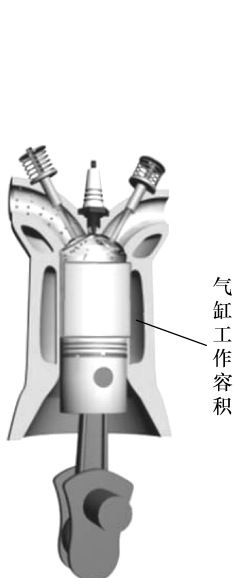


图 1-8 气缸工作容积图

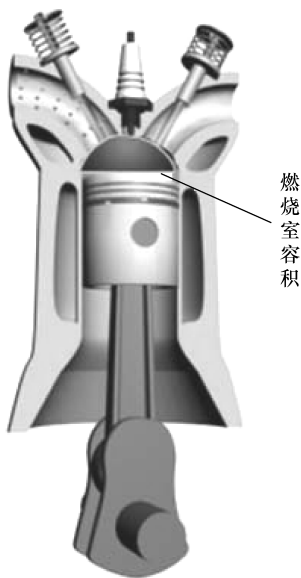


图 1-9 燃烧室容积

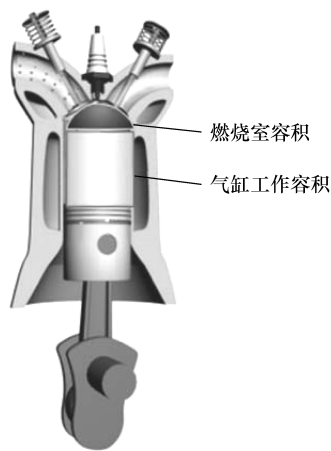


图 1-10 气缸总容积图



1-28. 什么是发动机排量?

发动机排量 V_L 是指发动机所有气缸工作容积之和, 单位为 L。对于多缸发动机即有: $V_L = V_s i$ (i 为发动机缸数, V_s 为气缸工作容积)。发动机排量是一个非常重要的特征参数, 轿车以发动机排量的大小来进行分级: 微型, $V_L \leq 1.0$; 普通级, $V_L > 1.0 \sim 1.6$; 中级, $V_L > 1.6 \sim 2.5$; 中高级, $V_L > 2.5 \sim 4.0$; 高级, $V_L \geq 4.0$ 。

1-29. 什么是压缩比?

压缩比 ε 是指气缸总容积与燃烧室容积之比。
$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_s + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$
 压缩比用来衡量空气或

可燃混合气被压缩的程度, 它直接影响发动机的热效率。一般汽油机压缩比为 7~10 (有的轿车可达 9~11); 柴油机压缩比较高, 为 16~22。压缩比越大, 压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。

1-30. 什么是发动机工况?

发动机在某一时刻的运行状况称为工况, 以内燃机输出的有效功率和曲轴转速表示。曲轴转速即为内燃机转速。

1-31. 什么是发动机负荷率?

内燃机在某一转速下发出的有效功率与相同转速下所能发出的最大有效功率的比值称为负荷率, 以百分数表示。负荷率通常称负荷。

1-32. 什么是发动机行程?

活塞由一个止点到另一个止点运动一次的过程, 称为发动机行程。

1-33. 汽油发动机是如何工作的?

(1) 进气行程 活塞在曲轴的带动下由上止点移至上止点。此时排气门关闭, 进气门开启。在活塞移动过程中, 气缸容积逐渐增大, 气缸内形成一定的真空度。空气和汽油的混合物通过进气门被吸入气缸, 并在气缸内进一步混合形成可燃混合气。进气终了时气缸内的气体压力低于大气压力, 约为 0.08~0.09MPa。气缸内的气体温度高于大气温度, 约为 320~380K, 如图 1-11a 所示。

(2) 压缩行程 进气行程结束后, 曲轴继续带动活塞由下止点移至上止点。这时进排气门均关闭。随着活塞的移动, 气缸容积不断减小, 气缸内的混合气被压缩, 其压力和温度同时升高, 压缩终了时, 气缸内气体压力为 0.8~1.5 MPa, 温度约为 600~700K, 如图 1-11b 所示。一般压缩比为 $\varepsilon = 7 \sim 10$, ε 太大容易发生不正常燃烧。

(3) 做功行程 压缩结束时, 安装在气缸盖上的火花塞产生火花, 将气缸内的可燃混合气点燃, 火焰迅速传遍整个燃烧室, 同时放出大量的热能。燃烧气体的体积急剧膨胀, 压力和温度迅速升高。在气体压力的作用下, 活塞由上止点移至上止点, 并通过连杆推动曲轴转动。这时, 进排气门仍旧关闭如图 1-11c 所示。在做功行程中燃烧气体最大压力可达 3~6.5MPa, 温度可达 2200~2800K, 在做功结束时, 压力约为 0.35~0.5MPa, 温度约为 1200~1500K (K 热力学温度单位, $t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273$)。

(4) 排气行程 排气行程开始, 排气门开启, 进气门仍然关闭, 曲轴通过连杆带动活塞由下止点移至上止点, 此时膨胀过后的燃烧气体或废气在其自身剩余压力的和在活塞的推动下, 经排气门排出气缸之外。当活塞到达上止点时, 排气门行程结束, 排气门关闭如图 1-11d 所示。残



余废气的压力比大气压力略高，约为 $0.105 \sim 0.12\text{MPa}$ ，温度约为 $900 \sim 1100\text{K}$ 。

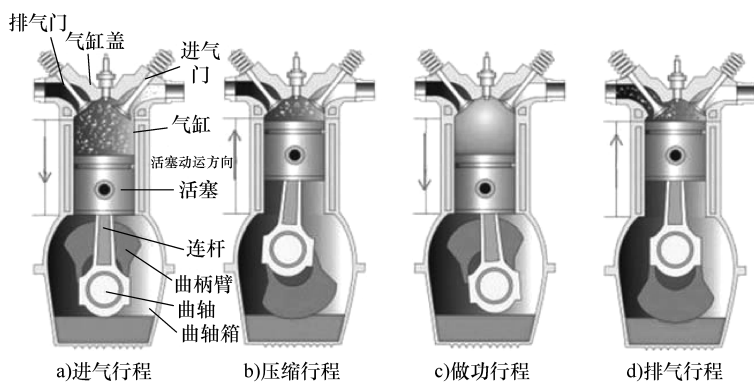


图 1-11 四冲程汽油机工作原理

1-34. 柴油发动机是如何工作的？

图 1-12 所示为四冲程柴油机工作原理。

(1) 进气行程 进气行程不同于汽油机的是进入气缸的不是可燃混合气，而是纯空气。由于进气阻力比汽油机小，上一行程残留的废气温度也比汽油机低，进气行程终了的压力约为 $0.085 \sim 0.095\text{MPa}$ ，温度约为 $320 \sim 350\text{K}$ 。

(2) 压缩行程 压缩行程不同于汽油机的是压缩纯空气，由于柴油机的压缩比大，压缩终了的温度和压力都比汽油机高，压力可达 $3 \sim 5\text{MPa}$ ，温度可达 $800 \sim 1000\text{K}$ 。

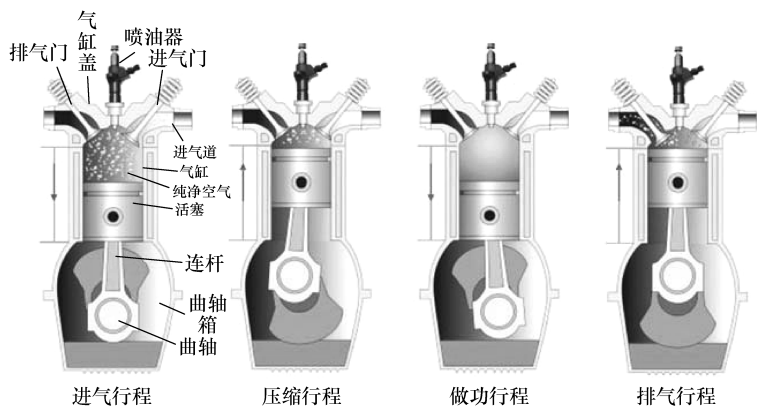


图 1-12 四冲程柴油机工作原理

(3) 做功行程 此行程与汽油机有很大差异，压缩行程末，喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入气缸内的高温高压空气中，被迅速汽化并与空气形成混合气，由于此时气缸内的空气温度远高于柴油的自燃温度（约 500K ），柴油混合气便立即自行着火燃烧，且此后一段时间内边喷油边燃烧，气缸内压力和温度急剧升高，推动活塞下行做功。做功行程中，瞬时压力可达 $6 \sim 10\text{MPa}$ ，瞬时温度可达 $1800 \sim 2200\text{K}$ 。做功行程终了时压力约为 $0.2 \sim 0.4\text{MPa}$ ，温度约为 $1200 \sim 1500\text{K}$ 。

(4) 排气行程 此行程与汽油机基本相同。排气行程终了时的气缸压力约为 $0.105 \sim 0.125\text{MPa}$ ，温度约为 $800 \sim 1000\text{K}$ 。



1-35. 大众直喷发动机是如何工作的?

1) 进气过程。活塞在曲轴带动下由上向下移动, 此时进气门打开, 排气门关闭如图 1-13 所示。

2) 喷油过程。喷油始点是在进气行程进行, 喷油在点火上止点前 300° 时喷入 (进气行程) 如图 1-14 所示。

3) 混合气形成。均质稀混合气的混合气形成有足够的时间, 混合均匀, 形成较稀的均质混合气指的是汽油空气所形成及压缩如图 1-15、图 1-16 所示。

4) 做功过程。活塞在接近上止点时, 火花塞开始跳火, 点燃均质混合气, 燃烧的气体作用在活塞上部推动活塞由上向下移动如图 1-17 所示。

5) 排气过程。活塞由下向上移动, 进气门关闭, 排气门打开, 气缸中的燃烧废气由活塞向上移动时经排气门排至大气中, 废气经消声器才不至产生太大的响声和噪声如图 1-18 所示。

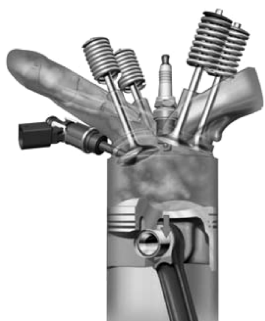


图 1-13 进气过程

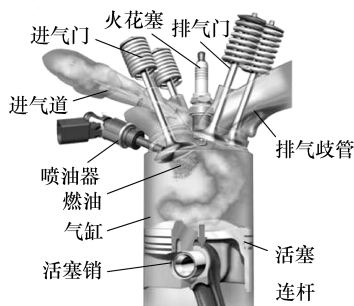


图 1-14 空气呈旋转状态进入气缸

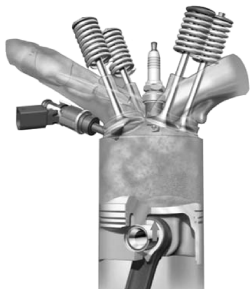


图 1-15 喷油器喷油过程

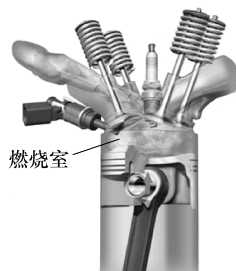


图 1-16 混合气形成过程

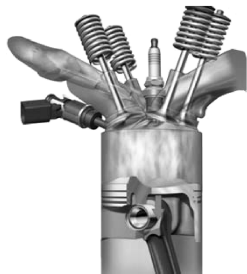


图 1-17 点燃做功过程

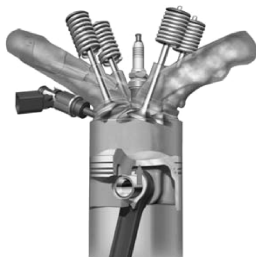


图 1-18 排气过程



1-36. 直喷发动机的均质混合气模式如何充气?

(1) **进气过程** 在均质混合气模式, 节气门的开度是按加速踏板位置传感器的信号来控制的。进气歧管翻板是根据发动机的负载和转速来控制的, 可打开、关闭、部分关闭进气歧管的下进气道, 如图 1-19 所示。

(2) **喷油过程** 均质混合气模式的喷油时刻与均质稀混合气模式相同, 即在点火上止点前 300° 时喷入燃油, 如图 1-20 所示, 但此模式的过量空气系数为 $\lambda = 1$ 。

(3) **混合气形成过程** 均质混合气模式的混合气形成时间也较长, 这可使混合气能充分混合, 如图 1-21 所示。

(4) **点燃做功过程** 对于均质混合气模式, 点火时刻也有较大的范围, 可根据发动机的负荷、转速以及其他传感器信号来进行精确控制, 如图 1-22 所示。

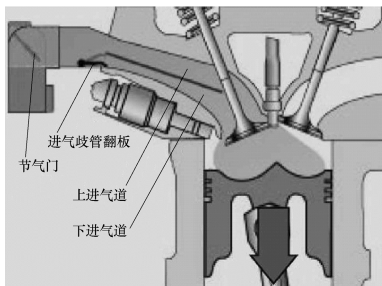


图 1-19 进气过程 (均质混合气模式)

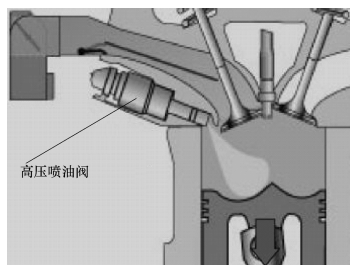


图 1-20 喷油过程

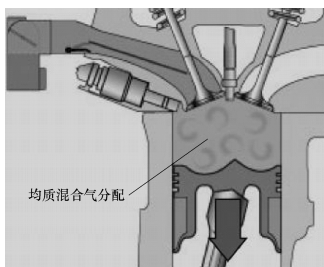


图 1-21 形成均质混合气

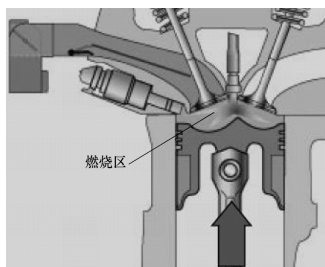


图 1-22 点燃做功 (均质混合气模式)



第二节 曲柄连杆机构



1-37. 发动机机体组由哪几部分组成?

机体是发动机的骨架和外壳, 曲柄连杆机构、配气机构和发动机各系统许多零部件和辅助系统的元件都安装在机体上。机体组由气缸体、曲轴箱、气缸盖、气门盖罩、主轴承盖、气缸垫以及油底壳等零件组成。镶气缸套的发动机, 机体组还包括干式或湿式气缸套。

1-38. 什么是气缸体?

气缸体是气缸的壳体, 水冷式发动机通常将气缸体与上曲轴箱铸成一体, 简称气缸体。气缸体上半部有若干个为活塞在其中运动导向的圆柱形空腔, 称为气缸。下半部为支承曲轴的上曲轴箱, 其内腔为曲轴运动的空间。在上曲轴箱上制有主轴承座孔, 有的发动机还制有凸轮轴轴承座



孔。为了这些轴承的润滑，在侧壁上铸有主油道，前后壁和中间隔板上铸有分油道。

1-39. 直喷发动机气缸体结构有何特点？

以大众直喷发动机为例，其缸体是用灰铸铁制造的。它采用“Open-deck Design”设计，如图 1-23 所示。这种设计的理念是气缸水套的开口向上，这样可以使温度比较高的气缸上部分的冷却效果更好。

在采用顶面敞开式结构的同时，气缸盖与气缸体还采用了分开循环回路冷却，能够可靠地解决曲轴箱通风和冷却液中夹杂空气泡的问题。

灰铸铁缸体的运行表面应用了液体射流、研磨加工工艺。液体射流和光滑研磨是已知的两级研磨工艺的进一步发展，即在原工艺基础上加上两个工作过程。在第一个新的工作过程，消除缸套表面的任何变形及在磨削中产生的缺陷和合金裂缝。由此产生了基本上没有金属缺陷的金属表面。在最后工作过程，将射流或其他原因造成的遗留粗糙表面磨削至最高光洁水平。这种磨削工艺缩短了发动机磨合时间，也减少了机油消耗。

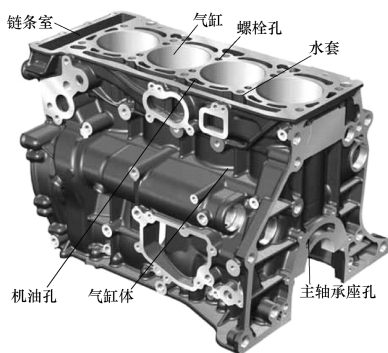
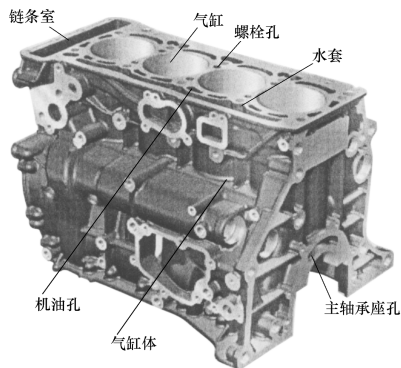


图 1-23 大众直喷发动机气缸体

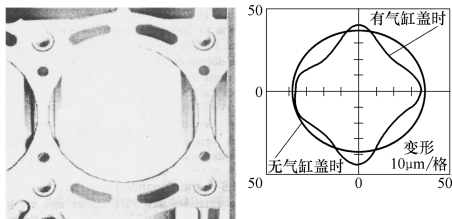
1-40. 直喷发动机气缸结构有何特点？

大众直喷发动机缸体是用含有片状石墨的灰铸铁制造的，如图 1-24a 所示。

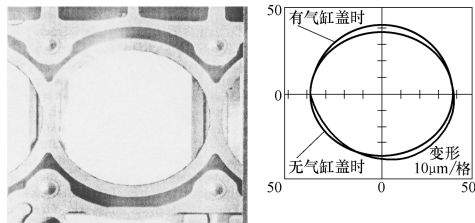
在气缸盖用螺栓拧紧的情况下，压紧力通过气缸盖螺栓传入气缸体曲轴箱，由此引起气缸筒的变形，使之偏离理想的圆度，限制了与活塞环的贴合程度，导致较高的机油消耗量。顶面封闭式气缸体曲轴箱的气缸筒的变形（花瓣形）如图 1-24b 所示，而图 1-24c 表示的是顶面敞开式气缸体曲轴箱的气缸筒的变形，无论是圆度还是总的变形量，顶面敞开式结构都要小得多。



a) 片墨铸铁气缸体曲轴箱



b) 顶面封闭式气缸筒的变形



c) 顶面敞开式气缸筒的变形

图 1-24 大众直喷发动机气缸体



大众直喷发动机气缸壁应用等离子弧喷涂如图 1-25 所示。等离子气体在流出时由电弧点燃, 等离子束温度约为 11700°C , 流速可高达 600m/s 。等离子束中喷射的是涂层粉末 (50% 合金钢, 50% 钨), 涂层粉末被加热到约 2500°C , 速度增加到 150m/s 。此时, 动能会转换成塑性变形, 液态涂层会嵌入到缸壁的不平处。在固化后, 涂层和缸壁就会形成良好的结合收缩应力, 还可产生与缸壁的附着力。

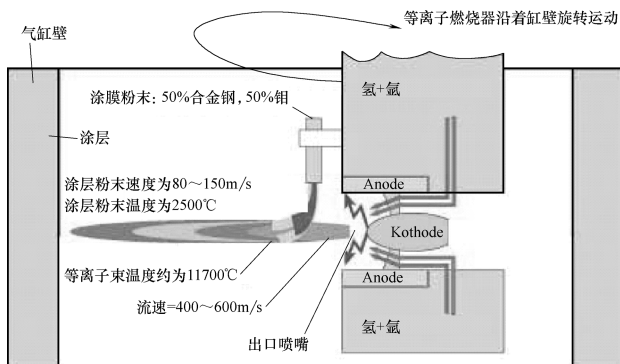


图 1-25 气缸壁等离子涂膜

1-41. 气缸的排列形式有哪几种?

气缸的排列形式有三种, 即直列式、V 形和水平对置式。

1-42. 气缸的三种排列形式各有何特点?

(1) **直列式** 如图 1-26 所示, 其机体的宽度小而高度和长度大, 一般只用于六缸以下的发动机。六缸直列式发动机的平衡性最好, 发动机工作时不产生振动。

(2) **V 形** 将所有气缸分成两组, 把相邻气缸以一定夹角布置一起 (左右两列气缸中心线的夹角 $\gamma < 180^{\circ}$), 使两组气缸平面形成一个夹角, 从侧面看气缸呈 V 字形 (通常的夹角为 60°), 故称 V 型发动机, 如图 1-27 所示。目前有 V4、V6、V8、V10、V12、V16 等机型。V 型发动机机体宽度大, 而长度和高度小, 形状比较复杂, 但机体的刚度大, 质量和外形尺寸较小。

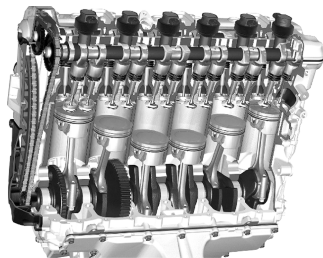


图 1-26 直列式

(3) **水平对置式** 发动机活塞平均分布在曲轴两侧, 在水平方向上左右运动。这种类型的发动机安装在整车的中心线上, 两侧活塞产生的力矩相互抵消, 大大降低了车辆在行驶中的振动, 使发动机转速得以较大提升, 并降低了噪声, 如图 1-28 所示。使用车辆有保时捷除卡宴、帕纳梅拉外全系和斯巴鲁全系。

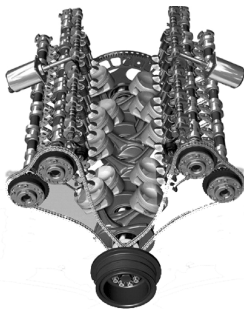


图 1-27 V 形

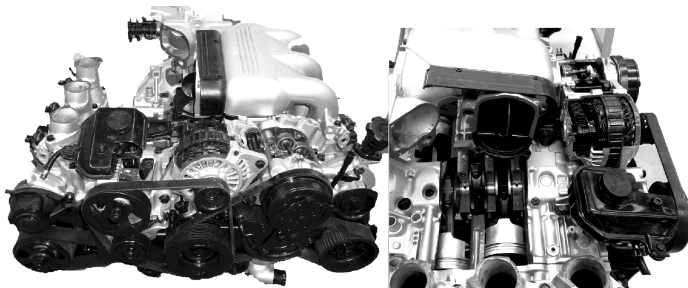


图 1-28 水平对置式

1-43. 气缸的结构形式有哪几种?

气缸的结构形式也有三种, 即无气缸套、干式气缸套和湿式气缸套。



- 1) 无气缸套即机体上不镶嵌任何气缸套, 在机体上直接加工出气缸, 如图 1-29 所示。
- 2) 干式气缸套指的是在一般灰铸铁的气缸座孔内压入或装入干式气缸套, 如图 1-30 所示, 干式气缸套不与冷却液接触。
- 3) 湿式气缸套的外壁与冷却液直接接触, 如图 1-31 所示。

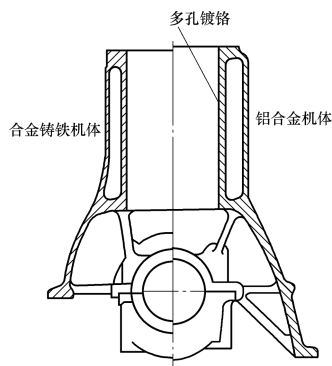


图 1-29 无气缸套机体

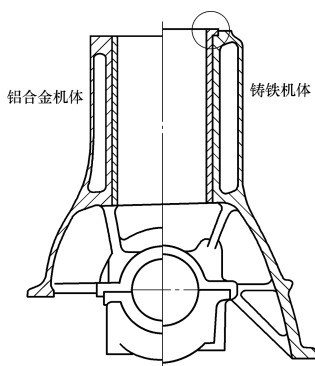


图 1-30 干式气缸套机体

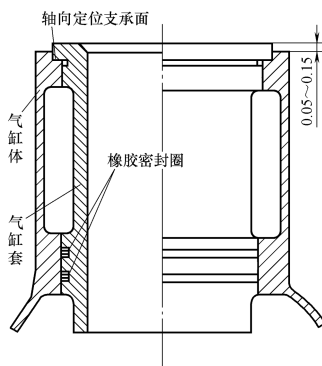


图 1-31 湿式气缸套机体

1-44. 曲轴箱结构有哪几种形式?

曲轴箱结构形式有一般式、龙门式和隧道式三种。

- 1) 一般式指的是机体底平面与曲轴轴线齐平, 如图 1-32 所示。
- 2) 龙门式指底平面下沉到曲轴轴线以下的机体, 如图 1-33 所示。
- 3) 隧道式气缸体曲轴的主轴承孔为整体式, 采用滚动轴承, 主轴承孔较大, 曲轴从气缸体后部装入, 如图 1-34 所示。

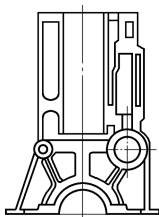


图 1-32 一般式气缸体

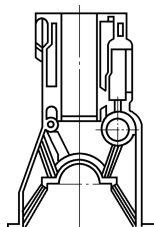


图 1-33 龙门式气缸体

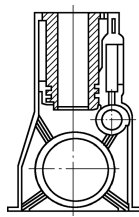


图 1-34 隧道式气缸体

1-45. 气缸盖有何功用?

配合气缸体活塞组成发动机的燃烧室, 完成发动机燃烧过程。

1-46. 新型直喷发动机气缸盖结构有何特点?

大众 2.0 直喷发动机采用可以改善冷却功能的横流式气缸盖。进气道由涡旋板分成上部进气道和下部进气道。气门采用两个上置式凸轮轴来控制, 这两个凸轮轴支承在一个抗扭曲梯形框架内。高压喷油阀的支座集成在缸盖内, 这样高压喷油器就可以直接伸到燃烧室内了, 如图 1-35 所示。

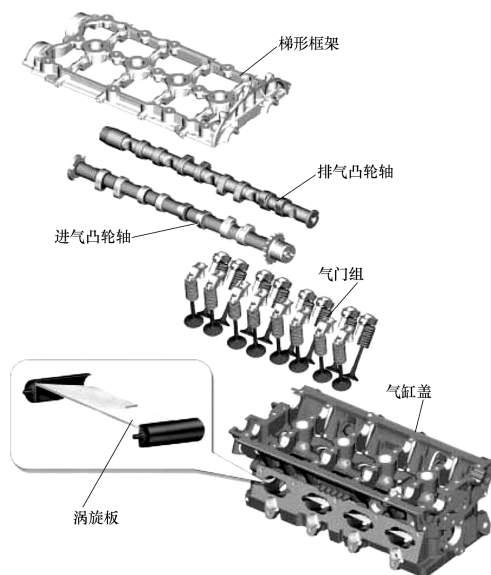


图 1-35 气缸盖

1-47. 气缸盖的形式有哪几种?

汽车发动机气缸盖的结构形式有三种, 即整体式、分体式和单体式。

1-48. 缸盖内集成排气歧管有何结构?

1) 缸盖内集成排气歧管如图 1-36 所示。

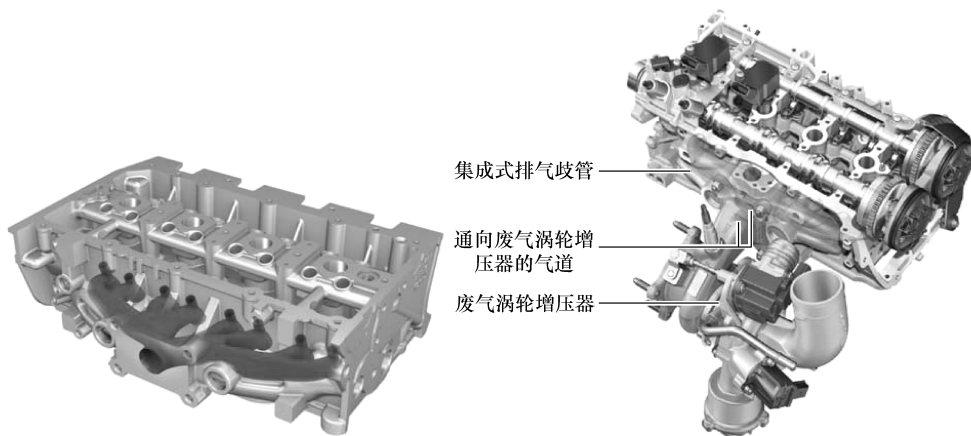


图 1-36 缸盖内集成排气歧管

2) 冷启动时冷却液由废气加热, 发动机更快达到运行温度。

3) 取消机外排气歧管后, 催化转化器直接连接在缸盖排气口上, 加快催化转化器的预热速度。

4) 系统在全负载状态工作时, 冷却液对排气歧管进行强制冷却, 从而扩大了发动机在 $\lambda = 1$ 时的工作范围, 降低了耗油量和废气排放量。

1-49. 分体式气缸盖有何特点?

分体式气缸盖是指一个、两个或三个气缸共用一个缸盖。这种结构刚度较高, 变形小, 易于实现对高温、高压燃气的有效密封, 同时易于实现发动机产品的系列化。但气缸盖零件数增多会



使气缸中心距增大,一般用在缸径较大的发动机上。气缸直径为 100 ~ 140mm 时采用何种形式的气缸盖要看厂家的生产情况,若只生产直列六缸和 V6、V12 缸发动机,则采用三缸一盖更为合适。

1-50. 单体式气缸盖有何特点?

若每缸一盖,则为单体式气缸盖。单体式气缸盖**刚度大**,且在**备件储存、修理及制造等方面都比较优越**。采用单体式气缸盖在缩小气缸中心距方面受到一定的限制,同时气缸盖冷却液的回流需装设专门的回水管,使结构复杂。一般气缸直径大于 140mm 的发动机采用单体式气缸盖。

1-51. 常见的燃烧室形状有哪几种?

汽油机常用燃烧室形状有三种,即**楔形、浴盆形和半球形**。

1-52. 浴盆形燃烧室有何特点?

浴盆形燃烧室**结构简单、紧凑,气门平行于气缸轴线,可形成挤气涡流**,如图 1-37 所示。但其气门尺寸受到限制,影响换气质量,因而燃烧速度稍差,燃烧质量稍低。用于 1 缸两气门发动机,如捷达、奥迪 100 等汽油发动机。

1-53. 楔形燃烧室有何特点?

楔形燃烧室**结构较简单、紧凑,气门相对气缸轴线倾斜,进气道比较平直,进气阻力小,充气效率较高**,如图 1-38 所示。在压缩终了时能形成挤气涡流,因而燃烧速度快,燃烧质量较好。

1-54. 半球形燃烧室有何特点?

半球形燃烧室**结构较前两种更紧凑,气门成横向 V 形排列,因而气门可以做得较大,换气好**,如图 1-39 所示。火花塞通常位于燃烧室的中部,火焰行程短,燃烧迅速完全。但没有挤气涡流,低速性能较差,因进、排气门位于气缸盖两侧,使配气机构较复杂。

1-55. 柴油发动机燃烧室按其结构分为哪几类?

由于柴油机的混合气形成和燃烧都是在燃烧室内进行的,所占的时间又非常短促,因此要求燃烧室形状、空气运动和喷油系统之间实现最佳匹配。燃烧室的造型和喷油器的布置确定了混合气的形成方式,根据这两个特性可以将燃烧室分为**分隔式燃烧室和直喷式(统一式)燃烧室**,这两类燃烧室又可以进一步区分,如图 1-40 所示。

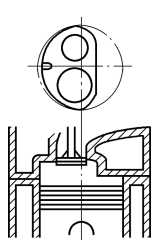


图 1-37 浴盆形
燃烧室

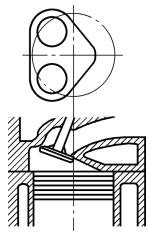


图 1-38 楔形燃烧室

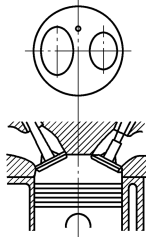


图 1-39 半球形
燃烧室

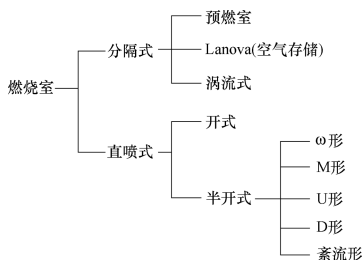


图 1-40 柴油发动机燃烧室的分类

1-56. 柴油发动机直喷燃烧室(统一式燃烧室)结构有何特点?

直喷燃烧室的**容积集中于气缸之中,且其大部分集中于活塞顶上的燃烧室凹坑内**,燃烧室凹坑的形状多种多样,极具创造性。常见结构有 ω 形和球形燃烧室,如图 1-41 所示。



1-57. 柴油发动机分隔式燃烧室结构有何特点？

分隔式燃烧室的容积则一分为二，一部分位于气缸盖中，另一部分则在气缸内，如图 1-42 所示。在气缸内的那部分称主燃烧室，位于气缸盖中的那部分称副燃烧室。主、副燃烧室之间用通道连通。分隔式燃烧室又分为涡流室式燃烧室和预燃室式燃烧室。

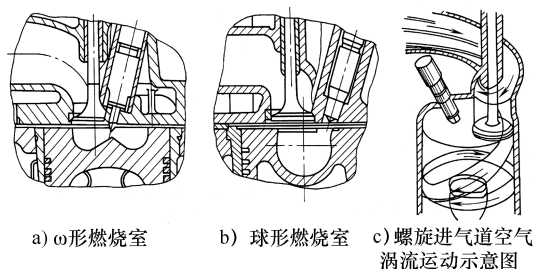


图 1-41 直喷燃烧室（统一燃烧室）

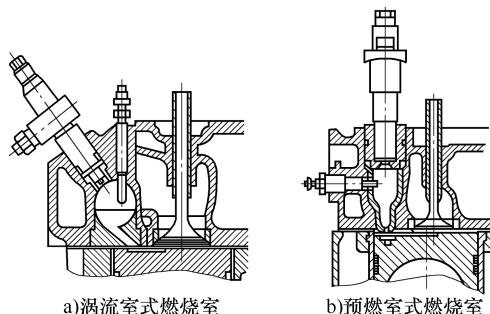


图 1-42 分隔式燃烧室

1-58. 气缸垫有何功用？

气缸垫用来保证气缸体与气缸盖接合面间的密封，防止漏气、漏水、漏机油。

气缸垫的厚度主要依据活塞突出气缸体的高度来确定。有的发动机用气缸垫边缘的缺口加以区分，图 1-43 所示“B”表示气缸垫的厚度为 1.40 ~ 1.50mm，“D”表示厚度为 1.50 ~ 1.60mm，“F”表示厚度为 1.60 ~ 1.70mm。

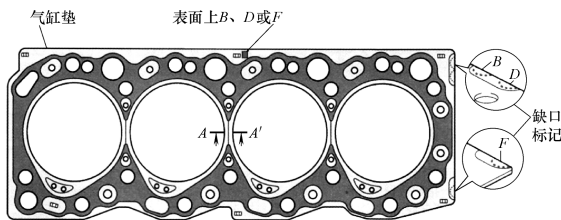


图 1-43 气缸衬垫

1-59. 气缸垫有哪几种结构？

目前应用较多的有以下几种气缸垫。

- 1) **金属复合材料衬垫**是在钢板两面粘覆耐热、耐压和耐蚀的新型复合材料，在气缸孔、冷却液孔和机油孔周围用不锈钢皮包边。
- 2) **全金属衬垫**强度高，抗腐蚀能力强，多用于强化程度较高的发动机上。
- 3) 国外一些发动机开始使用**耐热密封胶**取代传统的气缸垫，这种发动机对气缸盖和气缸体接合面的平面度要求极高。

1-60. 安装气缸垫要注意什么？

将缸垫的卷边朝向易修整的接触面或硬平面。如气缸盖和气缸体同为铸铁时，卷边应朝向气缸盖（易修整）；当气缸盖为铝合金，气缸体为铸铁时，卷边应朝向气缸体（硬平面）。气缸垫带有文字面朝上安装。

1-61. 油底壳有何功用？

油底壳的主要功用是储存机油和封闭机体和曲轴箱。

1-62. 大众直喷发动机油底壳结构有何特点？

大众直喷发动机的油底壳用**铝合金（AlSi₂Cu）制成**。其内部安装了机油泵并且额外地加强了曲轴箱的强度（底板效应）。油底壳的上部件通过螺栓紧固在曲轴箱上，并且两者之间敷涂了



液体密封剂。油底壳下部件由薄钢板（深度拉深，冲压并经表面催化处理）制成。其内部安装油位传感器和放油螺塞。油底壳的下部件通过螺栓紧固到油底壳的上部件上，并且两者之间敷涂了液体密封剂。油底壳内**集成了一个用聚酰胺材料制成的蜂窝状内芯**，此内芯能够在车辆行驶时防止机油形成漩涡，如图 1-44 所示。

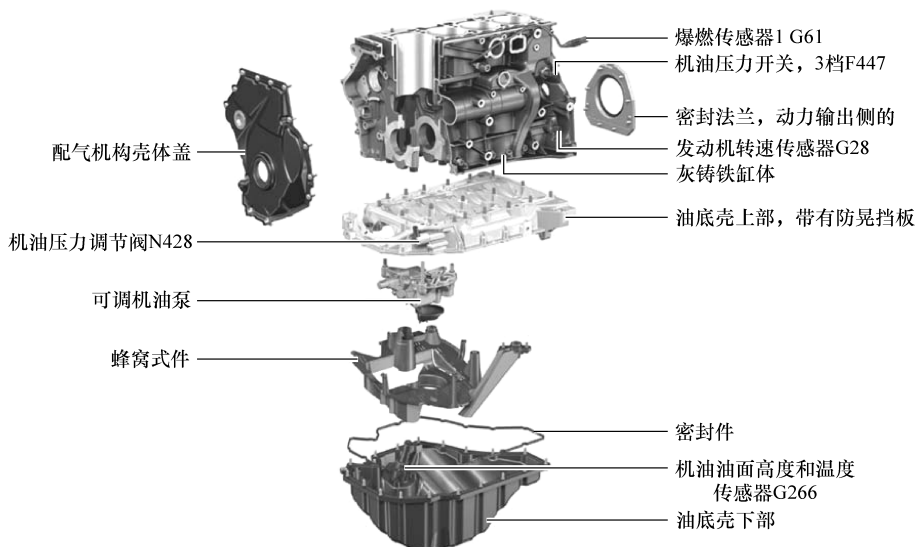


图 1-44 油底壳

1-63. 曲柄连杆机构有何功用？

曲柄连杆机构是发动机的主要运动机构。其功用是**将活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动，同时将作用于活塞上的力转变为曲轴对外输出的转矩**，以驱动汽车车轮转动。

1-64. 曲柄连杆机构是由哪些部分组成的？

曲柄连杆机构由**活塞组**（活塞、活塞环、活塞销和卡环等）、**连杆组**（连杆、连杆瓦盖、轴承、连杆螺栓、连杆衬套和连杆螺母等）和**曲轴飞轮组**（曲轴、飞轮、主轴轴承、推力轴承、扭转减振器、带轮和正时链等）组成，如图 1-45 所示。

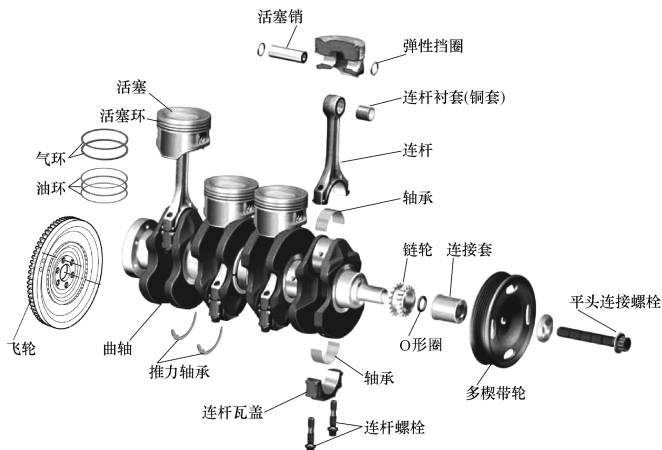


图 1-45 曲柄连杆机构



1-65. 活塞有何功用?

活塞的主要功用是承受燃烧气体力, 并将此力通过活塞销传给连杆以推动曲轴旋转, 此外活塞顶部与气缸盖、气缸壁共同组成燃烧室。

1-66. 活塞是由哪些部分组成的?

活塞的主要部分包括活塞顶、带有火力岸的活塞环部分、活塞销座和活塞裙三部分组成如图 1-46 所示。活塞环、活塞销和活塞销卡环也是活塞总成的一部分。活塞顶构成了燃烧室的下部。在汽油发动机上可以采用平顶、凸顶或凹顶活塞。

活塞环部分通常有三个用于固定活塞环的环形槽, 活塞环的作用是防止漏气和漏油 (密封)。活塞环岸位于环形槽之间。位于第一个活塞环上方的环岸称为火力岸。一套活塞环通常包括两个气环和一个油环。

1-67. 活塞的顶部结构有何特点?

活塞顶部承受气体压力, 是燃烧室的组成部分, 其形状、位置、大小都和燃烧室的具体形式有关。为满足可燃混合气形成和燃烧的要求, 其顶部形状可分为三大类, 即平顶、凸顶、凹顶, 如图 1-47 所示。

1) 平顶活塞顶部是一个平面, 结构简单, 制造容易, 受热面积小, 顶部应力分布较为均匀, 一般用在汽油机上, 柴油机很少采用。

2) 凸顶活塞顶部凸起呈球顶形, 其顶部强度高, 可获得较大的压缩比, 也能增加挤流强度。顶部温度较高, 有利于改善换气过程, 二冲程汽油机常采用凸顶活塞。

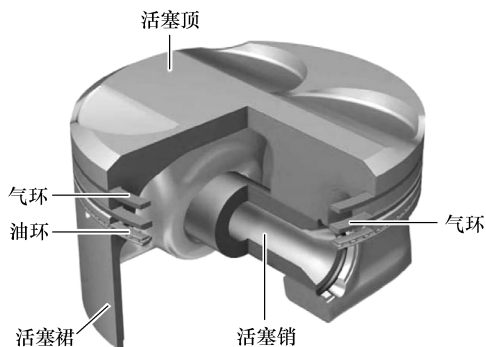


图 1-46 活塞

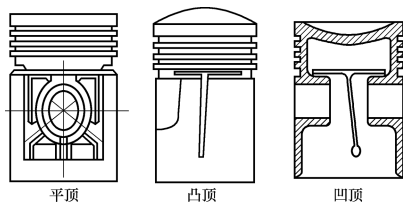


图 1-47 活塞顶部形状

3) 凹顶活塞顶部呈凹陷形, 凹坑的形状和位置必须有利于可燃混合气的燃烧, 有双涡流凹坑、球形凹坑、U 形凹坑等。

1-68. 活塞的头部结构有何特点?

现在汽车发动机普遍采用三环短活塞, 三环是指上气环、下气环和油环。为了减少摩擦损失, 在竞赛汽车发动机的活塞上只安装一道气环和一道油环。由活塞顶到油环槽下端面之间的部分称为活塞头部。在活塞头部加工有用来安装气环和油环的气环槽和油环槽。在油环槽底部还加工有回油孔或横向切槽, 油环从气缸壁上刮下来多余的机油, 经回油孔或横向切槽流回油底壳。

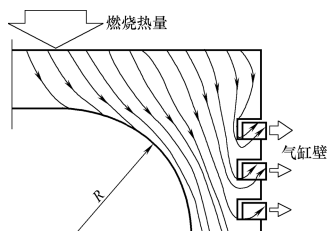


图 1-48 由活塞顶到气缸壁的热流



活塞头部**应足够厚**，从活塞顶到环槽区的断面变化应尽可能圆滑，**过渡角 R 应足够大**，以减小热阻力，便于热量从活塞顶经活塞环传给气缸壁，使活塞顶部的温度不致过高，如图 1-48 所示。

1-69. 活塞裙部结构有何特点？

活塞头部以下的部分为活塞裙部。裙部的形状应能保证活塞在气缸内得到良好的导向，气缸与活塞之间在任工况下都应保持均匀的、适宜的间隙。裙部应有足够的实际承压面积。为使活塞工作时裙部接近正圆形与气缸相适应，在制造时**应将活塞裙部的横断面加工成椭圆形**，并使其长轴与活塞销孔轴线垂直。现代汽车发动机均为椭圆裙。为使活塞工作时裙部接近圆柱形，须把活塞制成上小下大的圆锥形或桶形。

1-70. 何谓恒范活塞？

在活塞销座处镶铸恒范钢片的活塞称恒范活塞（图 1-49a）。由于恒范活塞在销座处只靠恒范钢片与活塞裙相连且恒范钢的热膨胀系数只有铝合金的 $1/10$ 左右，因此当温度升高时，在恒范钢片的牵制下，裙部在活塞销孔轴线方向的热膨胀量很小。

若将普通碳素钢片铸在销座处的铝合金层内侧形成双金属壁（图 1-49b），由于两种金属的热膨胀系数不同，当温度升高时双金属壁发生弯曲，而钢片两端的距离基本不变，从而限制了裙部的热膨胀量。因为这种控制热膨胀的作用随温度升高而增大，所以称这种活塞为自动热补偿活塞。

1-71. 何谓半拖鞋、全拖鞋式活塞？

在保证裙部有足够承压面积的条件下，**将不承受侧向力一侧的裙部部分去掉**，即为半拖鞋式裙部；若全部去掉则为全拖鞋式裙部。现代汽车发动机上广泛采用半拖鞋式裙部或全拖鞋式裙部的活塞。

1-72. 为什么活塞销与销孔轴线朝推力一侧偏离活塞轴线 $1 \sim 2\text{mm}$ ？

如果活塞销孔轴线与活塞轴线垂直相交，当压缩行程结束、做功行程开始，活塞越过上止点时，侧向力方向改变，活塞由次推力面贴紧气缸壁突然转变为主推力面贴紧气缸壁，活塞与气缸会发生“拍击”，产生噪声，且有损活塞的耐久性，如图 1-50a 所示。在许多发动机中，活塞销孔轴线朝主推力面一侧偏离活塞轴线 $1 \sim 2\text{mm}$ 。这时，压缩压力将使活塞在接近上止点时发生倾斜，**活塞在越过上止点时，将逐渐地由次推力面转变为由主推力面贴紧气缸壁，从而消减了活塞对气缸的拍击**，如图 1-50b 所示。

1-73. 活塞环有何功用？

- (1) **密封** 密封活塞与气缸壁之间的间隙，防止气体泄漏。
- (2) **导热** 将活塞顶部的热量传递给气缸壁，利用冷却液带走。
- (3) **隔热** 将活塞顶部与裙部的热量隔开，防止裙部强度下降。
- (4) **刮油** 油环刮去气缸壁多余的机油。

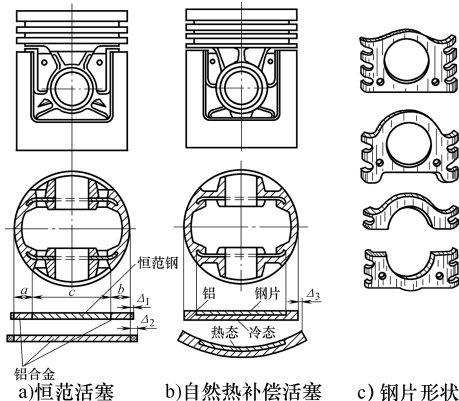


图 1-49 恒范活塞及自动热补偿活塞

Δ_1 —恒范活塞膨胀量 Δ_2 —全铝

活塞膨胀量 Δ_3 —有效膨胀量

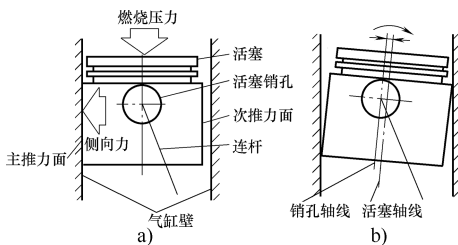


图 1-50 销孔位置对侧向力变向时活塞运动的影响



1-74. 活塞环采用何种材料?

目前, 活塞环的材料采用优质铸铁、球墨铸铁、合金铸铁, 并对第一道环甚至所有环实行工作表面镀铬或喷钼处理, 以提高耐磨性。镀铬发亮, 喷钼发黑。其余环一般镀锡或磷化处理。组合式油环则采用弹簧钢片制造。

1-75. 活塞环有哪三隙?

活塞环应留有端隙、侧隙和背隙, 如图 1-51 所示。

1) 端隙又称为开口间隙, 是活塞环在冷态下装入气缸后, 该环在上止点时环的两端头的间隙, 一般为 $0.25 \sim 0.80\text{mm}$ 。第一道气环温度高, 其端隙也最大。端隙过大漏气严重; 端隙过小, 活塞环受热膨胀后可能卡死甚至折断。

2) 侧隙又称边隙, 是指活塞环装入活塞后, 其侧面与活塞环槽之间的间隙。第一环因工作温度高, 间隙较大, 一般为 $0.04 \sim 0.10\text{mm}$, 其他环一般为 $0.03 \sim 0.07\text{mm}$ 。油环侧隙较气环小, 为 $0.025 \sim 0.07\text{mm}$ 。

3) 背隙是活塞及活塞环装入气缸后, 活塞环内圆柱面与活塞环槽底部间的间隙, 一般为 $0.50 \sim 1.00\text{mm}$ 。油环背隙较气环大, 以增大存油间隙, 利于减压泄油。

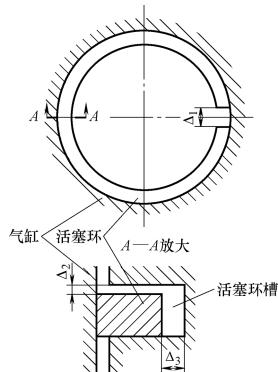


图 1-51 气环的间隙

1-76. 活塞环是如何工作的?

活塞环在自由状态下不是圆环形, 其外形尺寸比气缸内径大, 因此, 它随活塞一起装入气缸后, 便产生弹力 F_1 而紧贴在气缸壁上, 形成第一密封面, 使高温、高压燃气不能通过环与气缸接触面的间隙。活塞环在燃气压力作用下, 压紧在环槽的下端面上, 形成第二密封面, 于是燃气绕流到环的背面, 并发生膨胀, 其压力降低。同时, 燃烧压力对环背的作用力使环更紧地贴在气缸壁上, 形成对第一密封面的第二道密封, 如图 1-52 所示。

高温、高压燃气从第一道气环的切口漏到第二道气环的上平面时压力已有所降低, 又把这道气环压贴在第二环槽的下端面上, 于是, 燃烧气体又绕流到这个环的背面, 再次发生膨胀, 其压力又进一步降低。如此下去, 从最后一道气环漏出来的燃烧气体, 其压力和流速已大大减小, 因而漏气量也就很少了 (最后漏入曲轴箱的气体仅为进气量的 $0.2\% \sim 1.0\%$)。

1-77. 活塞环分为哪些形状?

气环按其断面形状分有多种, 如图 1-53 所示。

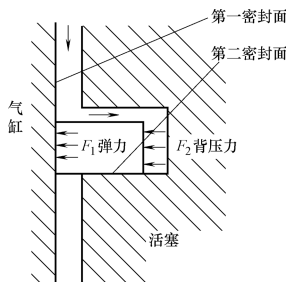


图 1-52 气环密封的原理

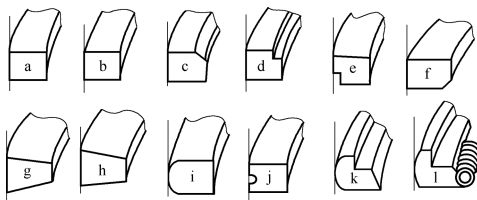


图 1-53 气环的断面形状

a—矩形环 b—锥面环 c、d—侧面内切正扭曲环 e—下侧面外切正扭曲环 f—下侧面内切反扭曲环 g—梯形环 h—楔形环 i—桶面环 j—开槽环 k、l—顶岸环

1-78. 何谓矩形环?

矩形环断面为矩形, 形状简单, 加工方便, 与气缸壁接触面积大, 有利于活塞散热。但磨合



性差，而且在与活塞一起作往复运动时，其在环槽内上下窜动，把气缸壁上的机油不断地挤入燃烧室中，产生“泵油现象”，使机油消耗量增加，活塞顶及燃烧室壁面产生积炭。

1-79. 何谓锥形环？

锥形环的外圆工作面上加工有一个很小的锥面（ $0.5^\circ \sim 1.5^\circ$ ）。理论上锥形环与气缸壁为线接触，磨合性好，增大了接触压力和对气缸壁的适应能力。当活塞下行时，锥形环能起到向下刮油的作用。当活塞上行时，由于锥面的油楔作用，锥形环能滑越过气缸壁上的油膜而不致将机油带入燃烧室。锥面环传热性差，所以不用做第一道气环。由于锥角很小，一般不易识别，为避免装错，在环的上侧面标有向上的记号。

1-80. 何谓梯形环？

梯形环断面呈梯形。其主要特点是抗黏结性好。当活塞头部温度很高时，窜入第一道环槽中的机油容易结焦并将气环粘住。在侧向力换向活塞左右摆动时，梯形环的侧隙、径向间隙都发生变化，将槽中的胶质挤出。楔形环的工作特点与梯形环相似，而且由于断面不对称，装入气缸后也会发生扭曲。

1-81. 何谓桶面环？

桶面环外圆为凸圆弧形，是近年来兴起的一种新型结构。当桶面环上下运动时，能与气缸壁形成楔形空间，使机油容易进入摩擦面，减小磨损。由于它与气缸呈圆弧接触，故对气缸表面的适应性和对活塞偏摆的适应性均较好，有利于密封，但凸圆弧表面加工较困难。目前已普遍地用于强化柴油机的第一道气环。

1-82. 扭曲环是如何工作的？正反扭曲环是如何定义的？

断面不对称的气环装入气缸后，由于弹性内力的作用使断面发生扭转，故称扭曲环。扭曲环断面扭转原理如图 1-54 所示。活塞环装入气缸之后，其外侧拉应力 F_1 与内侧压缩应力的合力 F_2 之间有一力臂 e ，于是产生扭曲力矩 M 。在力矩 M 的作用下，使环的外圆周扭曲成上小下大的锥形，从而使环的边缘上下端面接触，提高了表面接触应力，防止活塞在环槽内上下窜动而造成的泵油作用，同时增加了密封性。扭曲环还易于磨合，并有向下刮油的作用。

若将内圆面的上边缘或外圆面的下边缘切掉一部分，整个气环将扭曲成碟形，则称这种环为正扭曲环；若将内圆面的下边缘切掉一部分，气环将扭曲成盖形，则称这种环为反扭曲环。在环面上切去部分金属称切台。

当发动机工作时，在进气、压缩和排气行程中，扭曲环发生扭曲，其工作特点一方面与锥形环类似，另一方面由于扭曲环的上下侧面与环槽的上下侧面相接触（图 1-55a），从而防止了环在槽内上下窜动，消除了泵油现象，减轻了环对环槽的冲击而引起的磨损。在做功行程中，巨大的燃气压力作用于环的上侧面和内圆面，足以克服环的弹性内力使环不再扭曲，整个外圆面与气缸壁接触（图 1-55b），这时扭曲环的工作特点与矩形环相同。

扭曲环安装时必须注意断面形状和方向，内切口朝上，外切口朝下，不能装反。

1-83. 油环有哪几类？

1) **整体式油环**用合金铸铁制造，其外圆面的中间切有一道凹槽，在凹槽底部加工出很多贯通的排油小孔或缝隙。

2) **组合式油环**由上下两刮片与中间的衬簧组成，刮片用镀铬钢片制成，衬簧的周边比气缸内圆周略大一些，如图 1-56 所示。刮片紧紧压向气缸壁。这种油环的接触压力高，对气缸壁面适应性好，而且回油通路大，重量小，刮油效果明显。近年来汽车发动机上越来越多地采用了组



合式油环。它的缺点主要是制造成本高。

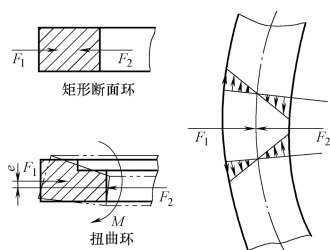


图 1-54 扭曲环断面扭转原理

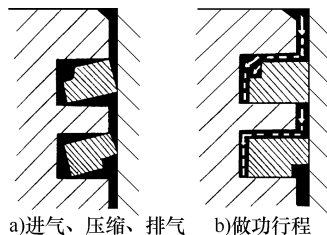


图 1-55 扭曲环工作原理示意图

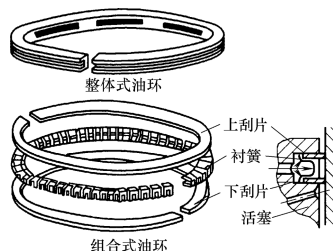


图 1-56 钢带组合式油环

1-84. 活塞销有何功用?

活塞销的作用是连接活塞和连杆小头，将活塞承受的气体作用力传递给连杆。

1-85. 活塞销结构有何特点?

活塞销一般采用低碳钢或低碳合金钢，经表面渗碳淬火后再精磨加工。为了减轻质量，活塞销一般做成空心圆柱，空心柱的形状可以是组合形或两段截锥形，如图 1-57 所示。

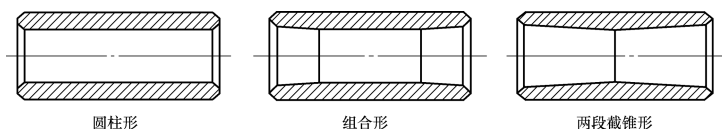


图 1-57 活塞销

1-86. 活塞销的连接方式有哪几种?

活塞销的连接方式有两种，即全浮式和半浮式，如图 1-58 所示。

1-87. 连杆组有何功用?

将活塞承受的力传递给曲轴，推动曲轴转动对外输出转矩。

1-88. 连杆组是由哪些零件组成的?

连杆组包括连杆、连杆轴承盖、连杆轴承、连杆螺栓等，如图 1-59 所示。连杆和连杆轴承

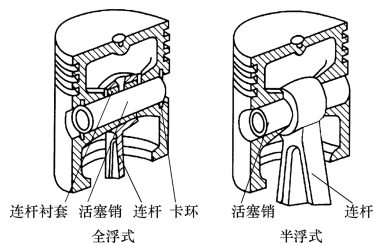


图 1-58 活塞销的连接方式

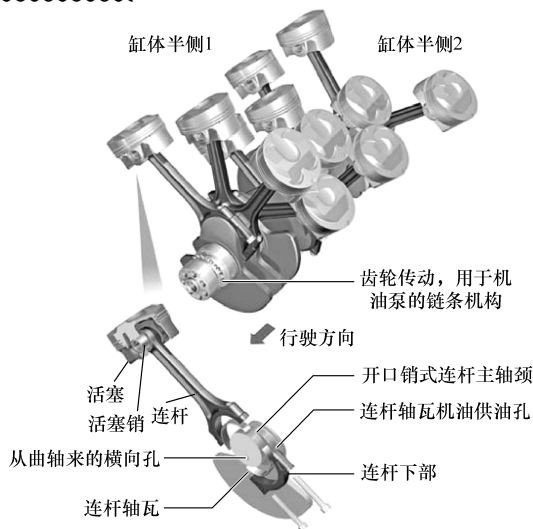


图 1-59 连杆组



盖统称为连杆。

1-89. 连杆轴承结构有何特点?

连杆轴承由**钢背和减磨层、软镀层组成**，为两半分开形式，如图 1-60 所示。钢背由厚 1 ~ 3mm 的低碳钢制成，是轴承的基体，钢背面只有很小的表面粗糙度，旨在增大与连杆大头或主轴承孔的接触面积，以利于散热，在钢背镀锡也可达到同样目的。减磨层是由浇铸在钢背内圆上厚为 0.3 ~ 0.7mm 的薄层减磨合金制成，减磨合金具有保持油膜，减少摩擦阻力和易于磨合的作用。软镀层是指在减磨合金上电镀一层锡或锡铅合金，其主要作用是改善轴瓦的磨合性能并作为减磨合金层的保护层。

1-90. 曲轴飞轮组是由哪些零件组成的?

曲轴飞轮组由**曲轴、飞轮（双质量飞轮）、扭转减振器、带轮、正时齿轮（或链条）和推力轴承**等组成，如图 1-61 所示。

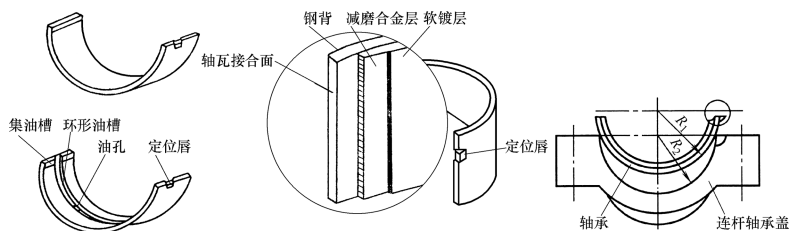


图 1-60 连杆轴承

1-91. 曲轴有何功用?

曲轴的作用是把**活塞连杆组传来的气体压力转变为转矩并对外输出**，同时，还驱动发动机的配气机构和其他辅助装置（如发电机、水泵、空调压缩机）等。

1-92. 曲轴是由哪些零件组成的?

曲轴的基本组成包括**前端轴、主轴颈、连杆轴颈、曲柄臂、平衡重和后端凸缘**等，如图 1-62 所示。

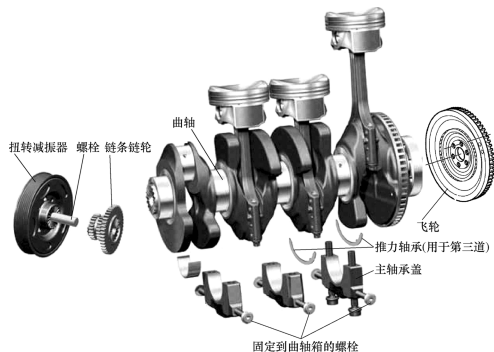


图 1-61 曲轴飞轮组

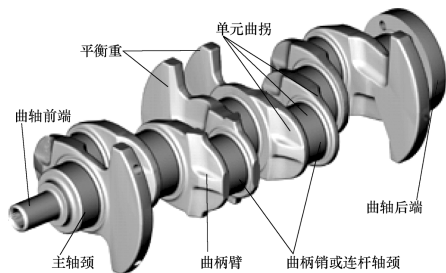


图 1-62 曲轴各部位名称

1-93. 什么是曲拐单元?

一个**曲柄销，左右两个曲柄臂和左右两个主轴颈构成**一个曲拐单元。多缸直列发动机的曲拐数与气缸数相同。V 型发动机的曲拐数等于气缸数的一半。若干个曲拐单元按照一定的相位连接



起来再加上曲轴前、后端便构成一根曲轴。多数发动机在曲柄臂上装有平衡重。

1-94. 何谓全支承曲轴及有何特点?

按曲轴主轴颈的数目,可以把曲轴分为全支承曲轴和非全支承曲轴两种。在每个连杆轴颈两边都有一个主轴颈者,称为全支承曲轴,否则为非全支承。显然全支承曲轴的主轴颈数比连杆轴颈数多一个,这种支承方式曲轴刚度好,但长度较长,如图 1-63 所示。由此可见,直列发动机全支承曲轴的主轴颈数比气缸数多一个,V 型发动机全支承曲轴的主轴颈数是气缸数的一半加一个。

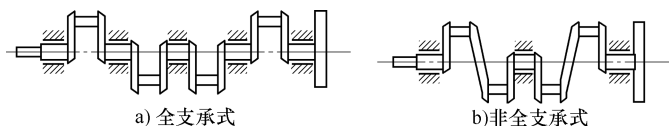


图 1-63 曲轴支承形式

1-95. 曲轴扭转减振器有何功用?

曲轴扭转减振器的功用是吸收曲轴扭转振动的能量,消减扭转振动,避免发生强烈的共振及其引起的严重恶果。一般低速发动机不易达到临界转速。但曲轴刚度小、旋转质量大、缸数多及转速高的发动机,由于自振频率低,强迫振动频率高,容易达到临界转速而发生强烈的共振。因而加装扭转减振器就很有必要。

最常见的扭转减振器为橡胶式扭转减振器、硅油式扭转减振器和硅油-橡胶扭转减振器。

1-96. 曲轴橡胶扭转减振器结构有何特点?

减振器壳体与曲轴连接,减振器壳体与扭转振动惯性质量粘在硫化橡胶层上。发动机工作时,减振器壳体与曲轴一起振动,由于惯性质量滞后于减振器壳体,因而在两者之间产生相对运动,使橡胶层来回揉搓,振动能量被橡胶的内摩擦阻尼吸收,从而使曲轴的扭振得以消减。橡胶扭转减振器如图 1-64 所示。但其阻尼作用小,橡胶容易老化,故在大功率发动机上较少用。

1-97. 曲轴硅油扭转减振器结构有何特点?

由钢板冲压而成的减振器壳体与曲轴连接。侧盖与减振器壳体组成封闭腔,其中滑套着扭转振动惯性质量。惯性质量与密封腔之间留有一定的间隙,里面充满高黏度硅油,当发动机工作时,减振器壳体与曲轴一起旋转、振动,惯性质量则被硅油的黏性摩擦阻尼和衬套的摩擦力所带动,在惯性质量与减振器壳体间产生相对运动。曲轴的振动能量被硅油的内摩擦阻尼吸收,使扭振消除或减轻。硅油扭转减振器减振效果好,性能好,性能稳定,工作可靠,维修方便,所以在汽车发动机的应用日益普遍,如图 1-65 所示。

1-98. 曲轴硅油-橡胶扭转减振器结构有何特点?

硅油-橡胶扭转减振器中的橡胶惯性环主要作为弹性体,并用来密封硅油和支撑惯性环。其在封闭腔中注满高黏度硅油。硅油-橡胶扭转减振器集中了前两者的优点,即体积小、质量轻和减振性能稳定等,如图 1-66 所示。

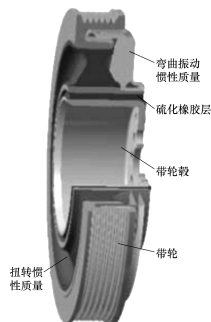


图 1-64 橡胶扭转减振器

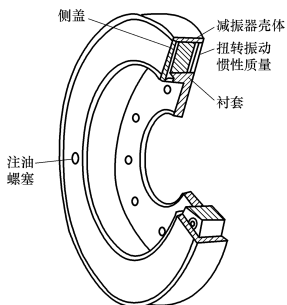


图 1-65 硅油扭转减振器

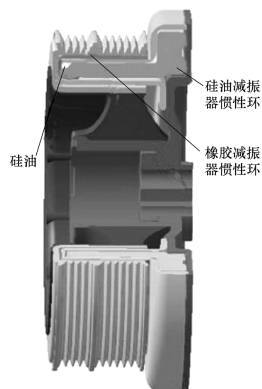


图 1-66 硅油-橡胶扭转减振器

1-99. 飞轮有何功用?

飞轮的作用是通过储存和释放能量来提高发动机运转的均匀性和改善发动机克服短时超载的能力。飞轮是一个转动惯量很大的圆盘，多用灰铸铁制造，外缘上压有一个齿圈，可与起动机的驱动齿轮啮合，供起动发动机用。

1-100. 双质量飞轮结构有何特点?

双质量飞轮结构如图1-67所示。

1-101. 新款高尔夫 A6 双质量飞轮结构有何特点?

新款高尔夫 A6 轿车的转矩通过发动机曲轴、双质量飞轮、双离合器进行传递。为完成传递，双质量飞轮装配有内齿，与双离合器的外壳上装配的外齿相啮合，这样，转矩就被传递到双离合器，如图 1-68 所示。

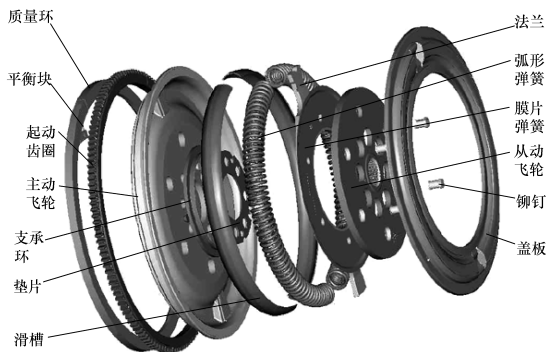


图 1-67 长圆弧双质量飞轮

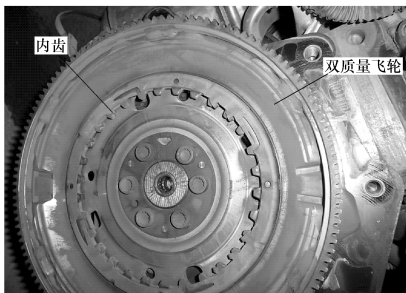
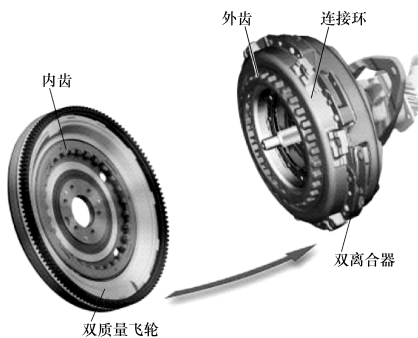


图 1-68 高尔夫 A6 双质量飞轮

1-102. 曲轴推力轴承有何功用?

曲轴推力轴承的作用是防止曲轴轴向移动量过大，如踩踏离合器踏板对曲轴施加轴向推力，使曲轴发生轴向窜动。过大的轴向窜动将影响活塞连杆组的正常工作和破坏正确的配气正时以及柴油的喷油正时。



1-103. 平衡机构有何功用？

现代轿车特别重视乘坐的舒适性和噪声水平，为此必须将引起汽车振动和噪声的发动机不平衡力及不平衡力矩减小到最低限度。在曲轴的曲柄臂上设置的平衡重只能平衡旋转惯性力及其力矩，而往复惯性力及其力矩的平衡则需要专门的平衡机构。

直喷四缸发动机转速在 4000r/min 以上振动通过车身传递变得非常明显，令人不快的嗡嗡声降低了车辆的舒适性。这种振动是由惯性力引起的，可以用带平衡重的轴以相反方向转动抵消。

1-104. 现代汽车的平衡机构结构有何特点？

平衡机构由铸铁制成并有三道轴承支撑，如图 1-69 所示。平衡轴安装于铸铝轴承座内，两根轴的旋转方向相反。平衡轴的反向运动消除了发动机的纵向惯性。

1-105. 六缸发动机各缸工作顺序是怎样的？

六缸发动机做功间隔角为 $720^{\circ}/6 = 120^{\circ}$ ，工作顺序为 1—5—3—6—2—4。其工作顺序见表 1-1。

1-106. 如何检修气缸体、气缸盖裂纹？

气缸体与气缸盖产生裂纹的部位与结构、工作条件、使用操作有关。如曲轴箱共振裂纹；水套的冰冻裂纹；气缸套修理尺寸级数过多和镶装气缸套过盈量过大，压装工艺不当等造成的裂纹。气缸体和气缸盖的裂纹通常采用水压试验法进行检验：将气缸盖和气缸衬垫装在水套上，将水压机出水管接头与气缸前端水泵入水口处连接好，并封闭所有水道口，然后将水压入水套，要求在 0.3 ~ 0.4MPa 的压力下，保持约 5min，应没有任何渗漏现象。

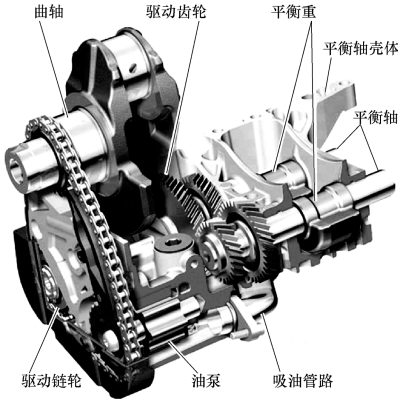


图 1-69 平衡机构

表 1-1 六缸发动机工作顺序

曲轴转角/（°）	第一缸	第二缸	第三缸	第四缸	第五缸	第六缸
0	做功	排气	进气	做功	压缩	进气
0 ~ 180			60	120		
240		排气	进气	压缩	排气	做功
300	360			420	480	
540	进气		压缩	做功	进气	排气
600		660		720	780	
840		压缩	做功	排气	压缩	进气
900	960			1020	1080	
1260	1320		1380	1440	1500	1560



裂纹会引起发动机漏气、漏水、漏油,影响发动机正常工作,必须及时检修。裂纹的修理方法有黏接法、焊接法等几种,在修理中应根据裂纹的大小、部位、损伤程度等情况进行选择。

1-107. 气缸磨损成锥形的原因有哪些?

(1) **摩擦力不等的影响** 活塞在上止点处,第一道活塞环对气缸壁压力最大。随着活塞的下行,工作气压逐渐降低,活塞环对气缸壁上压力也随之下降。由于活塞环对气缸壁的正压力大,摩擦力也大,气缸摩擦损失增加,所以越靠近气缸上部磨损越严重。

(2) **润滑条件不同的影响** 活塞在它的工作行程中,不仅压力由大逐渐减小,而且温度也由上而下逐渐降低。上部的高温,使润滑油稀释而流失,而且上部高压气体的吹袭作用强,更促使稀释的润滑油被吹袭流掉,同时润滑油还有可能在燃烧气体作用下被烧掉。这使得气缸上部可能出现干摩擦,向下逐渐出现半干摩擦和液体摩擦,造成活塞环在上止点处气缸壁磨损剧烈,向下则逐渐减轻。

(3) **腐蚀磨损的影响** 气缸内可燃混合气燃烧后,产生水蒸气和酸性氧化物 CO_2 、 SO_2 、 NO_2 ,它们溶于水而生成矿物酸,在燃烧过程中还会生成无机酸(如硫酸、碳酸等)。这些酸性物质附在气缸表面,对气缸表面产生腐蚀作用,气缸表面经腐蚀后形成松散的组织,在摩擦中逐步被活塞环刮掉。

(4) **磨料磨损** 空气中的灰尘、机油中的机械杂质和发动机自身的磨屑等,进入缸壁间造成磨料磨损。

1-108. 气缸磨损成椭圆形的原因有哪些?

在气缸横断面,即气缸的圆周方向,磨损往往呈不规则的椭圆形,它与发动机的工作条件与结构等因素有关。

(1) **做功行程时侧压力的影响** 活塞在做功行程时,以很大侧压力压向气缸壁,它破坏了润滑油膜,增加了气缸的磨损。

(2) **曲轴轴向移动和气缸体变形的影响** 由于离合器工作时的轴向压力作用,使曲轴不断前后移动;曲轴变弯造成曲轴轴承孔同轴度偏差过大,有时会出现气缸磨损的椭圆长轴在曲轴轴线方向上。

(3) **装配质量的影响** 曲柄连杆机构组装时,不符合技术要求,连杆弯曲、扭曲过量;连杆轴颈锥度过大,气缸中心线与曲轴中心线不垂直;气缸套安装不正确等。

(4) **结构因素的影响** 对于侧置式气门发动机,因为进气时较冷的混合气流吹向进气门对面的气缸壁上,使其工作温度降低,润滑油膜被冲刷掉而增大了腐蚀磨损的作用,使进气门对面的气缸壁磨损增加,造成气缸的椭圆磨损。一般水冷却发动机,第一缸前部和最后一缸的后部冷却强度大,其磨损较大,特别是长期处于较低温度条件下工作时,对磨损的影响尤其剧烈。

1-109. 何谓气缸的圆度偏差?

在同一断面上不同方向测量到的最大与最小直径差值一半,即为该断面的圆度偏差。把在所有测量断面上测量到的最大圆度偏差作为气缸的圆度偏差。气缸的圆度偏差为 $0.0500 \sim 0.0625\text{mm}$ 。

1-110. 何谓气缸的圆柱度偏差?

在所有测量的气缸表面任意方向所测得读数中最大与最小直径差值的一半,即为气缸的圆柱度偏差。



1-111. 如何测量气缸磨损?

1) 气缸的测量位置。在测量时,应在活塞全行程内的①、②、③三个断面附近测量,如图1-70所示,以便正确地测量出气缸的最大磨损量以及圆度和圆柱度偏差。气缸①、②、③三个测量断面的位置是:第一道活塞环上止点稍下处,此断面一般是气缸的最大磨损断面;气缸中部测量断面位于活塞上、下止点中间的位置;气缸下部测量断面取活塞到下止点时最下一道活塞环对应的位置附近。**注:用钢直尺测量三个断面位置。**

2) 将被检验的气缸缸筒及上平面清洗,擦干。同时清洁千分尺、卡尺、量缸表、钢直尺等量具。用钢直尺测量气缸长度,并在气缸筒内画上所要测量的轴向和径向的位置。

3) 用卡尺测量气缸口处的直径。

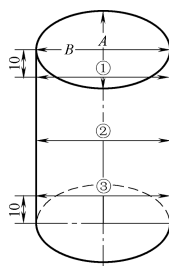


图 1-70 气缸
体的测量部位

提示:测量时卡尺必须与气缸平面垂直,当尺的两个内量爪贴近气缸壁时应作轻轻晃动,以取得测量时的最大直径,然后将卡尺的锁紧螺母锁紧再读数。

4) 将千分尺校零。校量杆要放平,否则校零不准,如有偏差用校正扳手对固定套筒或旋转套筒进行调整,并记录下其偏差。

5) 根据测量气缸直径尺寸,把千分尺调到所测气缸标准直径尺寸。

6) 根据气缸直径大小选择合适的测量杆,旋入量缸表下端。百分表所选测量杆长度要比气缸大0.5~1.0mm,例如:气缸直径为81.01mm,测量杆选择80~90mm。调整垫片选择1mm。如使用千分表,要选择和气缸尺寸相近的尺寸,例如:气缸直径为81.01mm,测量杆选择80~90mm,调整垫片选择1mm。量缸表的杆件有两种,一种是垫片调整式,还有一种是螺旋调整式。

7) 把装好紧固螺母的测量杆装在支架上,装上百分表时要进行预压缩0.5~1.0mm。

注:千分表预压缩0.1~0.2mm。

8) 组装好的量缸表要进行简单检查,并再次清洁。使用量缸表,一手拿住隔热套,另一只手托住下部靠本体的地方。

9) 根据被测气缸的标准尺寸用外径千分尺校对量缸表,并留出测量杆伸长的适当数值(即预压0.5~1.0mm)。用右手大拇指轻轻旋转表盘,使大指针“0”位对正指针,记住小针指示毫米数,把接杆螺母固定,并复校。

10) 读数方法。

① 百分表表盘刻度为100,指针在圆表盘上转动一格为0.01mm(千分表表盘每格为0.001mm,小表盘每转一格为0.1mm,转动一圈为1mm),转动一圈为1mm;小指针移动一格为1mm。

② 测量时,当表针顺时针方向离开“0”位,表示缸径小于标准尺寸的缸径,它是标准缸径与表针离开“0”位格数的差;若表针逆时针方向离开“0”位,表示缸径大于标准尺寸的缸径,它是标准缸径与表针离开“0”位格数之和。

③ 若测量时,小指针移动超过1mm,则应在实际测量值中加上或减去1mm。量缸表校零时,大指针对零。缸径测量时若大指针逆时针方向偏转2格(例如标准缸径81.01mm),这时读数为 $81.01 + 0.02 = 81.03\text{mm}$,即所测气缸直径为81.03mm。缸径测量时若大指针顺时针方向偏转2格,这时读数为 $81.01 - 0.02 = 80.99\text{mm}$,即所测气缸直径为80.99mm。

提示:使量缸表测头分别顶住千分尺前后测砧中央,保证量缸表垂直位置。



提示：① 在测量气缸直径时，要先将导向轮端倾斜，使其先进入气缸，然后再使测量杆端进入，并贴着缸壁摆动表杆，直到量缸表的测量杆与气缸轴线成直角。

② 测量时一定要将测量端放入缸体，当测量端放不进气缸时千万不要硬放，否则会损坏量缸表。

③ 导向轮的两个支脚要和气缸壁紧密配合。

11) 计算气缸的圆度、圆柱度见表 1-2。

表 1-2 计算气缸圆度、圆柱度

气缸号	位置号	直径 1 (轴或纵向)	直径 2 (横或径向)	圆度	圆柱度
1	位置 1 (上部)				
	位置 1 (中部)				
	位置 1 (下部)				
2	位置 2 (上部)				
	位置 2 (中部)				
	位置 2 (下部)				

1-112. 如何计算气缸的修理尺寸?

气缸的修理尺寸可以按下式进行计算：气缸修理尺寸 = 气缸最大磨损直径 + 镗缸余量（一般为 0.10 ~ 0.20mm）；镗削量 = 活塞最大直径 - 气缸最小直径 + 配合间隙 - 磨缸余量（一般为 0.03 ~ 0.05mm）。计算出的修理尺寸应与修理级数相对照。气缸修理尺寸除标准尺寸外，通常还有每加大 0.25mm 为一级。

1-113. 如何检查气缸体、气缸盖平面变形?

气缸体、气缸盖的翘曲变形可用平板作接触检测，或者用刀口形直尺和塞尺检测。用直尺和塞尺检测气缸盖平面翘曲的方法为在气缸体或气缸盖上平面的纵向、横向和对角线方向进行测量，求得其平面度偏差，如图 1-71 所示。气缸体上平面在全长上的最大允许偏差为 0.05mm。

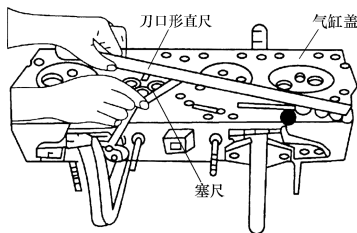


图 1-71 气缸盖变形检修

1-114. 如何选配活塞?

在发动机大修或更换气缸体（或气缸套时）时，应同时更换全部活塞。

在选配活塞时，应注意下列要求：

1) 活塞的修理尺寸应与气缸的加大级别相一致。同一台发动机上，应选用同一厂牌同一组的活塞，以便使材料、性能、质量、尺寸一致。同一组活塞直径差不得大于 0.020 ~ 0.025mm。

2) 同一组活塞中，各活塞的重量应基本一致，其重量差不得超过 3%，高速发动机则要求更为严格。活塞的重量差超过规定时，可调节活塞的重量，其方法为车削活塞裙部内壁下部向上到 20mm 处。

3) 活塞裙部的圆度和圆柱度应符合一定的要求，汽油机活塞裙部锥形的圆柱度为 0.005 ~ 0.015mm，最大不得超过 0.025mm，膨胀槽开到底的活塞应为 0.015mm ~ 0.03mm。活塞的圆度偏差一般为 0.10 ~ 0.20mm，膨胀槽开到底的为 0 ~ 0.075mm。



1-115. 如何测量活塞直径?

将活塞倒置,用外径千分尺从活塞裙部底边向上约 10mm 处测量活塞的横向直径,测量位置应与活塞销的轴线错开 90°。相对于额定尺寸的偏差最大为 0.04mm。测量气缸直径减去活塞直径,即为活塞与气缸的配合间隙,应符合标准。

1-116. 如何选配活塞环?

活塞环的直径尺寸同样也有标准和加大的修理尺寸,但没有分组尺寸。标准尺寸的气缸和活塞选用标准尺寸活塞环,加大尺寸的气缸和活塞,选用同一修理尺寸级别的活塞环。

发动机在两次大修之间,二级维护时,如果气缸的最大圆柱度偏差达到 0.09 ~ 0.11mm 时,可采用更换活塞环的方法来改善发动机的性能,以延长发动机的大修间隔里程。

1-117. 怎样检验活塞环?

擦干净气缸,把活塞环放进气缸孔内,将活塞环推进气缸孔内,应保证活塞环所在平面与气缸壁垂直。活塞环距离气缸底部至少 12mm 处,用塞尺测量活塞环开口间隙。第一道和第二道气环开口间隙为 0.25 ~ 0.50mm。如果活塞环开口间隙不符合规定,必须更换一组新的活塞环。再测量活塞环与环槽之间的间隙,应为 0.02 ~ 0.05mm;极限值 0.15mm;其他环为 0.03 ~ 0.07mm;油环为 0.025 ~ 0.07mm。

1-118. 如何检查活塞环三隙?

(1) **活塞环端隙** 活塞环端隙指的是活塞环平装到气缸内时两端间的间隙,一般为 0.25 ~ 0.50mm。端隙的检查方法如图 1-72 所示。

注意: 用活塞的头部将活塞环推入气缸,将环垂直地从上面推进气缸开口,离气缸边缘约 12mm 处。

(2) **活塞环侧隙** 如图 1-73 所示,将环放在环槽内,围绕环槽滚动一圈,环在槽内应滚动自如,既不松动,又无阻滞现象。然后用塞尺测量侧隙值,一般为 0.02 ~ 0.05mm,极限值为 0.15mm;其他环为 0.03 ~ 0.07mm;油环为 0.025 ~ 0.07mm。

(3) **活塞环背隙** 为了测量的方便,通常是将活塞环装入环槽内,以环槽深度与活塞环径向厚度的差值作为背隙值。测量时,将环落入环槽底,再用深度游标卡尺测出环外圆柱面低于环岸的数值。另一种方法是将活塞环放进气缸内,测量环的内径,再测量活塞的环槽底径后计算背隙。此方法较准确。该数值一般为 0.5 ~ 1.0mm。如背隙过小,应更换活塞环或车深环槽。

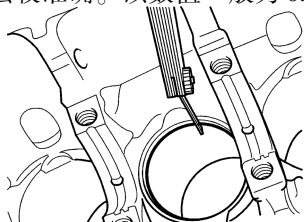


图 1-72 端隙的检测

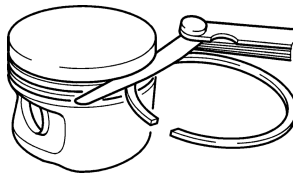


图 1-73 活塞环侧隙检测

1-119. 如何检测缸壁间隙?

将气缸和活塞擦净,把一定规格(长宽厚为 200mm × 13mm × 0.03mm)的塞尺预先放在气缸内受侧压力较大的一侧(发动机右侧),倒置活塞(前后方向不变),使裙部大径方向对正塞尺并推入气缸内至下缘与气缸上平面平齐,然后左手握住活塞,右手用弹簧秤拉出塞尺,其拉力应符合规定。各缸间的拉力差应不超过 9.8N,拉力计的标准拉力为 22.5 ~ 36.5N。也可用外径千



分尺测量活塞的最大直径,再用量缸表测量气缸的最大直径,最后计算出气缸直径与活塞的配合间隙。**活塞与气缸壁的间隙为 $0.02 \sim 0.04\text{mm}$ 。**

1-120. 如何安装活塞环?

1) 活塞环安装时开口错开 120° , 如图 1-74 所示, 标记“TOP”必须指向活塞顶。**注意: 不能将活塞环强行扭曲或撑开过大, 在活塞环及环槽表面涂抹润滑油, 先从底部油环开始安装。**安装撑簧油环时, 先装弹簧, 再装环体, 弹簧接头处放于环体开口处对面。安装钢带组合油环时, 先装衬簧, 再装上下刮片, 衬簧接头与上下刮片的开口周围方向相隔 3cm 以上。安装气环时, 应有标记的一面朝活塞顶部, 有内台阶或内倒角一面朝下, 切勿装反。活塞环装入环槽内各道环之间开口应互错 $90^\circ \sim 120^\circ$, 且开口处不要对活塞销处。

2) 用活塞环卡箍收紧各道活塞环, 将活塞连杆组平稳、小心地插入气缸。**装配时注意活塞顶部的箭头应朝向发动机前端,** 如图 1-75 所示。

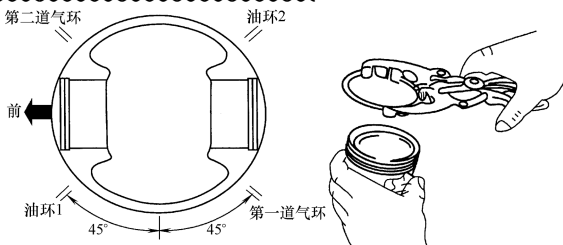


图 1-74 活塞环安装

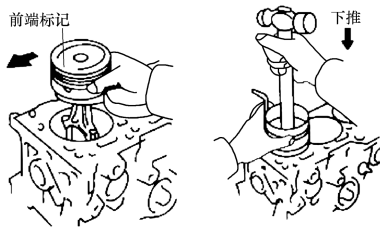


图 1-75 安装活塞连杆组件

1-121. 如何检查曲轴径向间隙?

对于已装配好的发动机, 可用塑料塞尺测量径向间隙, 其测量步骤如下。

- 1) 拆下曲轴轴承盖, 清洁曲轴轴承和曲轴轴颈。
- 2) 必须将塑料塞尺放在轴颈或轴承中间。
- 3) 装上曲轴主轴承盖, 并以 $50\text{N} \cdot \text{m}$ 的拧紧力矩拧紧。**注意测量时不可旋转曲轴,** 如图 1-76 所示。
- 4) 拆下曲轴主轴承盖, 用测量尺测量挤压过的塑料塞尺的厚度。新轴承径向间隙为 $0.017 \sim 0.037\text{mm}$, 磨损极限为 0.15mm 。
- 5) 检验时分别用千分尺和量缸表测量出曲轴轴颈和轴承孔径, 然后计算出径向间隙值。

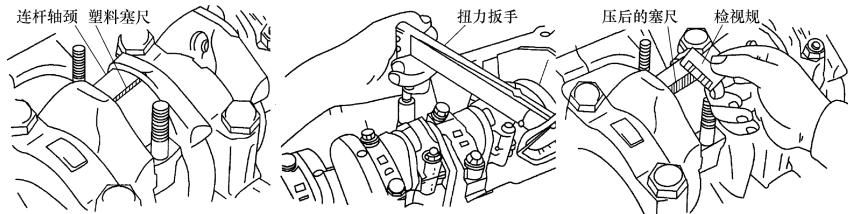


图 1-76 曲轴径向间隙测量

1-122. 如何检查连杆轴承配合间隙?

当单道主轴承的配合间隙符合标准时, 曲轴的转动力矩小于 $10\text{N} \cdot \text{m}$ 。当连杆轴承的配合间隙符合标准值时, 将连杆按规定装在在轴颈上, 然后用手甩动连杆小头, **连杆应能转动 $1.25 \sim 1.75$ 圈。**



1-123. 如何检查曲轴轴向间隙?

(1) 第一种方法

① 把百分表和通用百分表支架拧紧到气缸体上, 如图 1-77 所示。

② 把百分表杆部平行于曲轴中心线放置, 将表针调整为零。

③ 将百分表顶在曲轴曲柄臂上。

④ 将曲轴用手对着百分表压入, 将百分表拨到 0。

⑤ 从百分表上推开曲轴, 读取测量值。

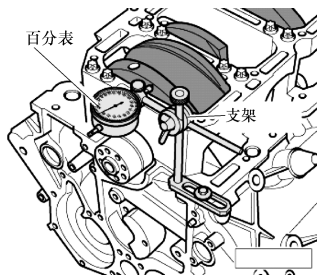


图 1-77 曲轴轴向间隙测量

(2) **第二种方法** 将曲轴定位轴肩和轴承的承推端面的一面靠合, 用撬棒将曲轴挤向后端, 然后用塞尺在曲轴臂与止推轴瓦或止推垫圈之间测得。

曲轴轴向间隙一般为 $0.05 \sim 0.25\text{mm}$, 使用极限为 0.35mm 。轴向间隙过大会引起气缸、活塞连杆组的异常磨损。检查曲轴的轴向间隙, 一般是在拆卸曲轴之前用撬棒将曲轴拨向一端, 并用百分表或塞尺测量。该间隙不符合技术要求可通过更换止推垫片进行调整。

1-124. 如何检查曲轴裂纹?

曲轴清洗后, 首先应检查有无裂纹。检查方法有两种, 即磁力探伤法和浸油敲击法。磁力探伤是借助探伤器(仪)将零件磁化, 在零件可能产生裂纹处撒些磁粉, 当磁力线通过裂纹边缘处, 磁粉将会吸附在裂纹处, 从而显现出裂纹的部位和大小。

浸油敲击法是将曲轴放在煤油中浸泡片刻, 取出并擦净表面油膜, 然后撒上白粉, 用锤子分段敲击每道曲柄臂, 如有明显油迹出现, 则该处有裂纹。

1-125. 如何拆装曲轴瓦盖?

(1) 拆卸

1) 按规定顺序松开主轴承盖螺栓, 由两边向中间分次均力拆卸, 如图 1-78 所示。

2) 拆下第 3 道轴瓦及止推垫片。

3) 拆下曲轴。

(2) 安装

1) 安装曲轴, 注意安装位置。

2) 安装第 1、2、4、5 道轴瓦, 最后装上第 3 道轴瓦及止推垫片。

3) 按轴承盖上打印的 1、2、3、4、5 标记, 由前向后顺序安装, 如图 1-79 所示。

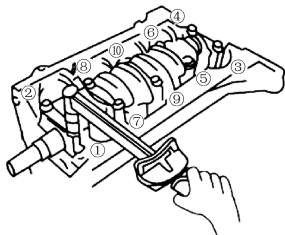


图 1-78 拆卸主轴承盖

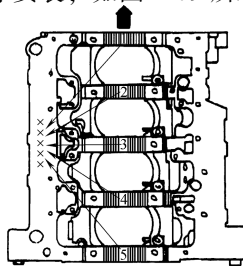


图 1-79 曲轴瓦标记

4) 曲轴轴承盖螺栓应由中间向两边交叉、对称按 3、2、4、1、5 的顺序分三次拧紧, 最后紧固力矩为 $65\text{N} \cdot \text{m}$, 达到此力矩后再转 90° , 如图 1-80 所示。轴承盖紧固后, 曲轴转动应平滑自如。



1-126. 如何检查曲轴轴承的配合间隙?

在各道轴颈和轴承表面涂上机油, 装好曲轴, 按规定力矩值拧紧螺栓, **双手转动曲轴, 曲轴能转动 1/2 圈, 且转动轻便, 均匀无阻滞现象为合适。**

1-127. 如何检修连杆?

连杆大头内孔磨损将产生失圆和锥形, 当其圆度和圆柱度超过 0.025mm 时, 可在轴承盖端面加垫调整或堆焊修复。连杆大头与曲柄之间, **一般应有 0.10 ~ 0.35mm 的间隙**, 超过 0.50mm 时, 应在大头侧面施焊。

1-128. 如何选配活塞销?

活塞销必须随活塞的更换而更换。活塞销除标准尺寸外, 还有加大修理尺寸, 除标准尺寸至第一级修理尺寸的级差为 0.08mm 外, 其余各级修理尺寸的级差为 0.04mm, 共分四级。

选配活塞销的要求是**新活塞的表面粗糙度 Ra 不大于 0.63 μ m, 无锈蚀斑点, 圆度、圆柱度不超过 0.0025mm, 同组活塞销重量差在 10g 以内。**

1-129. 如何选配连杆衬套?

连杆衬套与小头座孔之间的配合要有一定的过盈量, 一般为 0.045 ~ 0.150mm。对过盈量的测量, **一般选用游标卡尺分别测量新村套的外径和连杆小头内径, 根据测出过盈量的大小选择新村套。**

活塞销与连杆衬套之间的配合间隙在常温下应为 0.02 ~ 0.05mm, 并且应保证接触面在 75% 以上。如勉强套入活塞销, 则为合适。如套不进活塞销, 则说明加工余量太大; 如套上后感到松旷, 则加工余量太小, 均应重新选配。

1-130. 如何选配曲轴轴承?

1) 根据轴径选配轴承。连杆轴颈和主轴颈的修理尺寸每级以 0.25mm 递减, 并在数值前面标以“-”号, 表示轴颈缩小。要求轴承座孔的圆度和圆柱度偏差不得超过 0.025mm。

2) 轴承的圆弧长度应符合规定。轴承高出量一般为 0.03 ~ 0.05mm。

3) 经验法检查。将轴承安装好, 装上轴承盖, 按规定力矩拧紧一端螺栓, 在另一端轴承座与盖的平面插入厚度为 0.05mm 的垫片。当把该螺栓拧紧到 10 ~ 20N·m 时, 垫片抽不出, 说明轴承长度合适; 如垫片抽得出, 说明轴承过长; 如果未加力时就抽不出垫片, 说明轴承过短, 应重新选配。

4) 定位凸点要完整, 瓦背要光滑。

5) 弹性合适。

1-131. 如何避免活塞环装反?

活塞环的标记面显示, 在安装时为防止被装反, 活塞环顶面带有“TOP”或其他文字标记应朝向活塞顶面安装。

1-132. 如何判断活塞敲缸响?

1) 发动机怠速时, 在气缸的上部发出清晰的敲击声, 好像用一小锤子轻敲水泥地面产生的

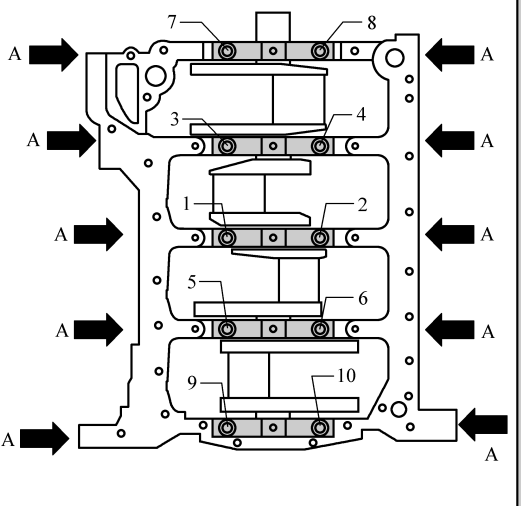


图 1-80 安装主轴承盖



“嗒嗒嗒”的声音。

2) 发动机低温时响声明显, 温度升高后响声减弱或消失。怠速或中低速时响声明显, 中高速时一般减弱或消失。

3) 该缸断火后, 响声减弱或消失。

1-133. 如何判断拉缸声?

1) **此响声一般出现在发动机大修后的磨合期。**即发动机在怠速运转时出现“嗒嗒嗒”声, 略像活塞敲缸的声音, 而温度升高后, 响声不但不消失, 反而稍重些, 且有时还带有“吭吭”的声音, 发动机稍有抖动现象。

2) 断火试验仍有响声, 但严重拉伤后也会出现活塞敲缸响, 不过此时断火试验响声有所减弱。

3) 拉伤到一定程度时, 出现发动机突然熄火现象。

4) 严重时, 从加机油口处往外冒烟。

1-134. 如何判断活塞销响?

活塞销响由于产生响声的部位不同, 其故障现象不完全一样。活塞销与连杆衬套之间产生的响声, 是一种有节奏的“嗒嗒”声, 响声不随发动机工作温度的变化而变化。活塞销与活塞座孔之间产生的响声, 是一种清晰有节奏的“啪啪”声, 响声随发动机工作温度的升高而增强。这两种部位产生的响声, **一般都在发动机怠速稍高时明显, 进行断油试验时, 响声增强。**

1-135. 如何判断连杆轴承(瓦)响?

1) 突然加速时, 有连续明显的敲击声, 响声清脆, 短促而坚实, 并随发动机转速的升高而增大, 随负荷的增加而增强。

2) 发动机温度发生变化时, 响声不变化。

3) 轴承严重松旷时, 在怠速或中低速运转时, 可听到“咯棱、咯棱”的响声。

4) 断火试验, 响声明显减弱或消失。

1-136. 如何判断主轴承响?

1) 发动机突然加速时, 有明显而沉重的连续响声, 此响声比连杆轴承响钝重, 好像用大锤轻敲大石块的声音; 严重时发动机体也产生振动。

2) 响声随发动机的转速提高而增大, 随负荷的增大而增强, 但与发动机的温度变化无关。如响声钝重发闷, 一般为后道轴承发响; 如响声较清脆, 一般为前道轴承发响。

3) 单缸断火试验无变化(不上缸), 相邻两缸断火时响声明显减弱。

4) 机油压力明显下降。

1-137. 如何判断活塞环漏气响?

1) 响声类似活塞敲缸响。

2) 在加机油口处察听, 可听到特别清脆的响声, 并有大量气体自加机油口冒出, 如将加机油口盖住, 响声则显著减弱。

1-138. 刮轴瓦的目的是什么?

刮配的目的是使各个轴瓦与轴颈之间具有良好的接触面和正常的配合间隙。新轴瓦和使用过的旧轴瓦的刮配方法基本相同。旧轴瓦表层合金已硬化, 表面还可能镶嵌着较多硬粒杂质, 所以, 在刮配时要将表层的旧合金层刮去。

1-139. 如何刮轴瓦?

通常只刮削巴氏合金轴瓦, 具体刮配方法如下。



1) 将曲轴放在专用的支架上。

2) 在连杆轴颈表面涂上薄薄一层红丹油或其他有色涂料。将连杆按正确的位置和方向装配到轴颈上, 均匀拧紧连杆螺栓, 紧度以能转动连杆稍有阻力为好。

3) 转动连杆几圈后, 松开螺栓, 拆下连杆, 观察轴瓦表面与轴颈的接触情况。若轴瓦染色不均匀且不均匀部位在两端部时, 应将染有色迹的凸出部分刮去。

4) 在刮削的时候, 通常以左手握住连杆盖或连杆, 右手握住刮刀并持平, 运用手腕的力量使刮刀由外向里刮配。刮削的要求是: 刮削的方向应经常变换, 第一刀的方向应与轴瓦轴线成 30° 角, 第二刀的方向也与轴瓦轴线成 30° 角, 但朝向另一边。在刮削过程中, 刮刀一定要锋利, 刮削的力量要适当, 用力过大会产生波纹。要刮大留小、刮重留轻、重迹重刮、轻迹轻刮, 起刀和落刀要准、轻、稳。

5) 刮配好的轴瓦与轴颈的接触面积应在 75% 以上, 且接触点要分布均匀, 轴瓦的圆度和圆柱度应为 $0.02 \sim 0.03 \text{ mm}$, 配合间隙应符合技术说明书规定的要求。

1-140. 什么是烧瓦?

烧瓦是指曲轴的主轴颈与主轴瓦之间或连杆轴颈与连杆轴瓦之间因缺少润滑油润滑而咬死。

1-141. 烧瓦有何现象?

同时出现以下三种情况时表明已烧瓦。

- 1) 润滑油温度急剧升高达 90°C 以上。
- 2) 润滑油压力原来正常后又突然大幅度下降。
- 3) 拆开机油滤清器或清洗油底壳时发现许多轴瓦合金碎末。

1-142. 烧瓦的原因是什么?

- 1) 缺润滑油。油底壳油量不足, 油路脏堵、油流不畅。
- 2) 润滑油压力过低。机油泵不能正常供油。
- 3) 轴瓦和轴颈的间隙过大或过小。
- 4) 不正确起动。

1-143. 如何排除烧瓦故障?

用螺钉旋具在气缸体的中下部、中上部的两侧逐道听诊比较, 找出响声最大的某一道主轴颈或连杆轴颈, 或者将曲轴箱通气孔盖打开, 用耳侧听。

当确认主轴颈有敲击声时, 停机后拆下油底壳和发生故障可能性大的轴承下盖, 检查轴瓦的磨损情况。**如果轴瓦合金层烧损或剥落, 必须更换, 同时还要检查轴颈的表面状况, 如轴颈有磨痕、拉伤、变色等损坏时, 应拆下曲轴进行修磨或更换。**

1-144. 冲缸垫会出现哪些故障现象?

气缸垫损坏俗称“冲缸垫”。故障现象如下。

- 1) 缸体和缸盖交界面冒气泡, 此时, 如果涂抹一层润滑脂, 则更易发现。
- 2) 散热器冒泡或 90°C 左右开锅。如果冷却液温度表读数在 100°C 以下, 而散热器冒泡或开锅, 则说明气缸垫可能漏气或损坏。



3) 功率下降, 不易起动。由于气缸垫漏气, 造成压缩力不足, 使气缸内燃烧不良。“冲缸垫”严重时, 发动机甚至无法起动运转。

1-145. 冲缸垫故障的原因有哪些?

- 1) 经常超负荷工作, 缸内局部压力和温度过高, 容易“冲缸垫”。
- 2) 柴油机供油过早, 造成工作粗暴而“冲缸垫”。
- 3) 气缸体及气缸盖因高温而变形, 造成相邻缸窜气, 严重时易烧坏气缸垫。
- 4) 气缸盖螺栓紧度不一致, 不是按照一定顺序分几次拧紧或拧紧力矩不符合规定, 引起变形, 造成气缸垫损坏。
- 5) 气缸垫自身质量较差。气缸垫包边不紧, 或者冷却液孔橡胶密封不均匀, 特别是燃烧室周围处没有铺置均匀时, 最易冲坏气缸垫。

1-146. 活塞环易出现哪些故障? 如何检修?

(1) **易产生的故障** 活塞环在长期使用过程中易出现的故障有严重磨损、弹力减弱、内部结胶以及折断等。

(2) **检修方法** 当柴油机排气管冒黑烟、润滑油内进入柴油且功率急速下降时, 一般可认为活塞环出现故障。活塞环损坏后一般更换与气缸、活塞同级的活塞环。

1-147. 活塞销易产生哪些故障? 如何检修?

(1) **易产生的故障** 活塞销在长期的使用过程中易出现表面擦伤、磨损和裂纹等。

(2) **活塞销的检修** 柴油机在进行大修时, 应更换标准的活塞销。更换时, 应选用同品牌的标准活塞销, 对于旧活塞应按活塞销座孔的磨损程度选择加大的活塞销。加大等级一般为 +0.8mm、+0.12mm、+0.20mm 和 +0.30mm。

活塞销若出现重度拉伤、裂纹或磨损圆度超过 0.03mm 时, 应更换新活塞销。对新活塞销的技术要求是表面粗糙度值小于 $0.2\mu\text{m}$, 圆柱度、圆度公差要小于 0.05mm。

1-148. 连杆易出现哪些故障? 如何检修?

(1) **易产生的故障** 连杆在长期的使用过程中易发生弯曲、扭曲、双重弯曲、连杆断裂、大头及小头磨损等故障。

(2) **修理方法** 建议没有条件的修理厂在遇到连杆弯曲、扭曲、双重弯曲或断裂时, 更换同一型号的连杆。实践经验丰富且有专用工具的修理厂, 可对连杆进行校正, 然后可继续使用。

1-149. 怎样拆装湿式气缸套?

1) **拆去旧缸套**。轻轻敲击气缸套底部, 用手或拉具拉出。除去气缸体承孔接合面上的铁锈、污物, 用砂布擦至露出金属光泽为止, 特别是与密封圈接触的部位必须光滑, 以防止不平而漏水。气缸体上下承孔的圆度和圆柱度偏差应不大于 0.015mm。

2) **试装新缸套**。将未装密封圈的气缸套装入气缸套体内, 压紧后检查气缸套端面高出气缸体平面的距离, 使其符合原厂规定 (一般高出气缸体上平面 0.03 ~ 0.10mm), 如图 1-81 所示。如不符合尺寸要求, 可在气缸套台肩下选装适当厚度的铜质或铝质垫片调整, 偏差不得大于 0.04mm。



3) **装入气缸套**。将镗磨好的气缸套装上水封圈并涂以密封胶, 检查各道水封圈与气缸体的接触是否平整, 然后用专用工具拧紧螺栓、压紧气缸套, 如图 1-82 所示。

4) **水压试验**。气缸套压入后, 应进行水压试验, 检查水封圈的密封性。

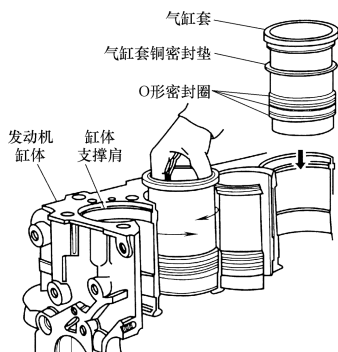


图 1-81 装配气缸套

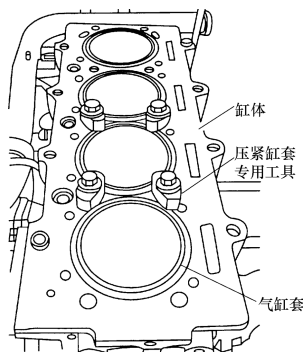


图 1-82 用专用工具压紧气缸套



第三节 配气机构



1-150. 配气机构有何功用?

配气机构的作用是根据发动机的做功顺序或点火次序的要求, 适时地开启和关闭各个气缸的进气门及排气门, 使可燃混合气(汽油机)或新鲜空气(柴油机)及时地进入燃烧室, 并将燃烧后的废气及时地排出气缸。

1-151. 何谓充气效率?

实际进入气缸的新鲜空气量与大气状态下充满气缸工作容积的新鲜空气量之比称为充气效率。

1-152. 配气机构由哪几部分组成?

配气机构主要由 气门组件和气门传动组件 组成, 如图 1-83 所示。

1-153. 气门组件是由哪些零件组成的?

气门组件由 气门、气门座圈、气门导管、气门弹簧、气门弹簧座和气门锁片 等组成, 如图 1-83 所示。

1-154. 气门传动组件是由哪些零件组成的?

气门传动组件由 凸轮轴驱动件(包括正时齿轮、正时链条和正时带)、凸轮轴、气门挺杆、摇臂及摇臂轴总成 等组成。

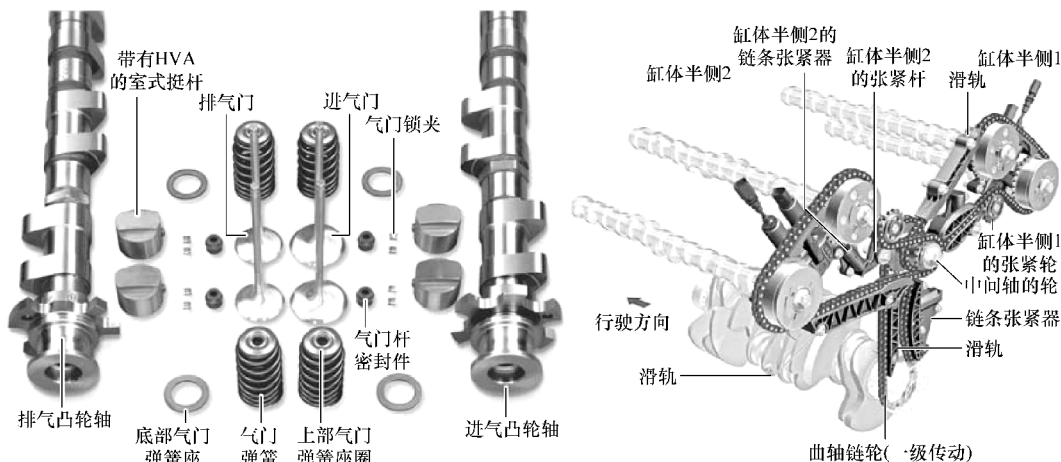


图 1-83 配气机构组成

1-155. 配气机构如何分类？

配气机构形式较多，根据分类方式不同，种类也不一样。目前一般按以下方式进行分类：根据气门的布置形式，可分为顶置气门式和侧置气门式；根据凸轮轴的布置形式，可分为上置凸轮轴式、中置凸轮轴式和下置凸轮轴式；根据曲轴和凸轮轴的传动方式，可分为齿轮传动式、链条传动式和同步带传动式；根据每个气缸的气门数目，可分为 2 气门式、3 气门式、4 气门式和 5 气门式。

1-156. 顶置气门结构有何特点？

顶置气门式配气机构目前在汽车上应用最为广泛。它的进、排气门均布置在气缸盖上，如图 1-84 所示。它一般由气门、气门座圈、气门弹簧、弹簧座、锁片、气门导管和摇臂等组成。

顶置气门的特点是气门行程大，燃烧室结构紧凑，有利于燃烧及散热，同时可提高发动机的压缩比，改善发动机的动力性。

1-157. 上置式凸轮轴结构有何特点？

上置式凸轮轴配气机构的凸轮轴安装在气缸盖上，它一般有两种形式：一种是单凸轮轴式，一种是双凸轮轴式，如图 1-85 所示。

双凸轮轴式有两根凸轮轴，其中一根凸轮轴驱动进气门摇臂或进气门，另一根凸轮轴驱动排气门摇臂或排气门。驱动方式通常又有两种形式，一种是凸轮轴直接驱动气门，另一种是通过摇臂驱动气门。

1-158. 中置式凸轮轴结构有何特点？

当发动机转速较高时，为了减小气门传动机构的往复运动质量，可将凸轮轴位置移到气缸体的上部，由凸轮轴经过挺杆直接驱动摇臂，而省去推杆，这种结构称之为中置凸轮轴式，如图 1-86 所示。

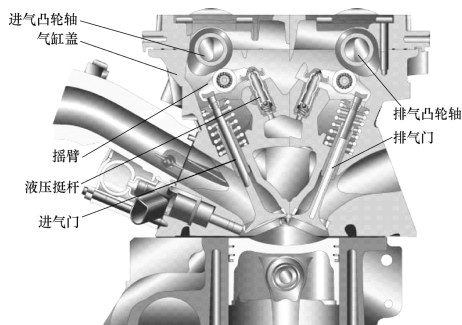


图 1-84 顶置气门配气机构

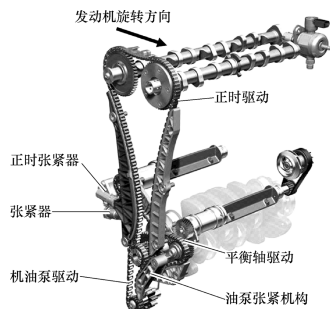


图 1-85 双凸轮轴式

1-159. 下置式凸轮轴结构有何特点？

凸轮轴下置式配气机构的主要优点是凸轮轴离曲轴近，可简单地用一对齿轮传动。缺点是零件较多，传动链长，整个机构的刚度差，多用于转速较低的发动机，如图 1-87 所示。

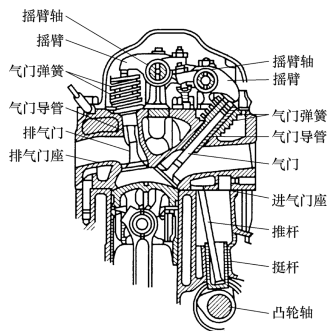


图 1-86 凸轮轴中置

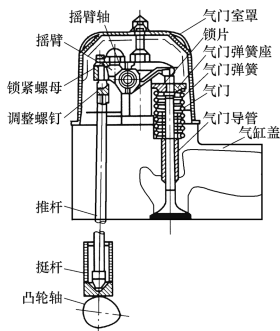


图 1-87 凸轮轴下置

1-160. 什么是正时传动比？

发动机每一工作循环中，气门只需打开一次，因此凸轮轴的转速为曲轴转速的一半，即曲轴与凸轮轴的转速比为 2:1，齿数比为 1:2。

1-161. 配气机构是如何工作的？

发动机工作时，曲轴正时齿轮根据不同的驱动方式（齿轮、链条或同步带）带动凸轮轴正时齿轮旋转，凸轮轴就随着正时齿轮一起旋转。当凸轮轴上的凸轮由基圆经缓冲段到工作段时，液压挺杆好像刚性元件一样支撑着摇臂，使摇臂推动气门尾端向下运动，克服气门弹簧的弹力将气门向下顶开。

随着凸轮轴的继续旋转，凸轮从工作段向缓冲段运动，这时摇臂作用在气门上的推力逐渐减小，气门在气门弹簧的作用下也就逐渐关闭。当摇臂完全落到凸轮基圆时，气门完全关闭，如图 1-88 所示。

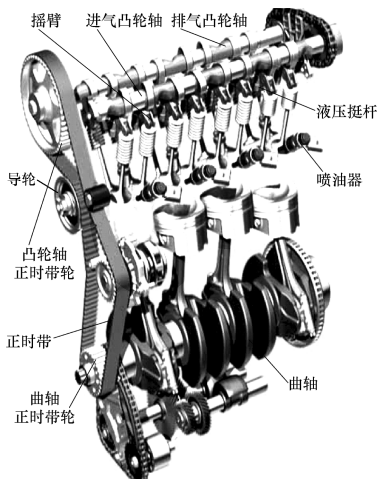


图 1-88 气门顶置、凸轮轴上置式配气机构



1-162. 何谓配气相位?

用曲轴转角表示气门开启与关闭时刻和开启的持续时间,称为配气相位,如图 1-89 所示。

1-163. 何谓进气提前角?

在排气行程接近完成时,活塞到达上止点之前,进气门便开始开启。从进气门开始开启到上止点所对应的曲轴转角称为进气提前角,用 α 表示。一般 α 值为 $0^\circ \sim 30^\circ$ 曲轴转角。进气门早开,使得活塞到达上止点开始向下移动时,进气门已有一定开度,所以可较快地获得较大的进气通道截面,减少进气阻力。

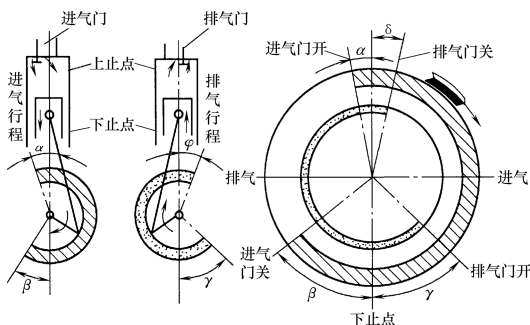


图 1-89 配气相位图

1-164. 何谓进气迟后角?

在进气行程活塞到达下止点时,进气门并未关闭,而是在活塞上行一段距离后才关闭。从活塞位于下止点至进气门完全关闭时对应的曲轴转角称为进气迟后角,用 β 表示。一般值为 $30^\circ \sim 80^\circ$ 曲轴转角。活塞在到达下止点时,气缸内的压力仍低于大气压力,且气流还有相当大的惯性,适当延迟关闭进气门,可利用压力差和气流惯性继续进气。

1-165. 何谓排气提前角?

在做功行程的后期,活塞到达下止点前,排气门便开始开启。从排气门开始开启到活塞到达下止点时所对应的曲轴转角称为排气提前角,用 γ 表示。一般 γ 值为 $40^\circ \sim 80^\circ$ 曲轴转角。做功行程接近结束时,气缸内的压力约为 $0.3 \sim 0.5 \text{ MPa}$,做功作用已经不大,此时提前打开排气门,高温废气迅速排出,可减小活塞上行排气时的阻力,减少排气时的功率损失。高温废气提早迅速排出,还可防止发动机过热。

1-166. 何谓排气迟后角?

排气门是在活塞到达上止点后,又开始下行一段距离后才关闭的。从活塞位于上止点到排气门完全关闭时所对应的曲轴转角称为排气迟后角,用 δ 表示。一般 δ 数值为 $0^\circ \sim 30^\circ$ 曲轴转角。活塞到达上止点时,气缸内的压力仍高于大气压,由于气流有一定的惯性,排气门适当延迟关闭可使废气排得更干净。

1-167. 进气门早开晚关有何目的?

进气门早开的目的是为了在进气开始时进气门有较大的开度或较大的进气通过断面,以减小进气阻力,使进气顺畅。进气门晚关则是为了充分利用气流的惯性,在进气迟后角内继续进气,以增加进气量。进气阻力减小不仅可以增加进气量,还可以减少进气过程消耗的功率。

1-168. 排气门早开晚关有何目的?

排气门早开的目的是为了在排气门开启时气缸内有较高的压力,使废气能以很高的速度自由排出,并在极短的时间内排出大量废气。当活塞开始排气行程时,气缸内的压力已大大下降,排



气门开度或排气通过断面明显增大,从而使强制排气的阻力和排气消耗的功率大大减小。**排气门晚关**则是为了利用废气流动的惯性,在排气迟后内继续排气,以减少气缸内的残余气量。

1-169. 何谓气门重叠角?

由于进气门早开和排气门晚关,在活塞位于排气上止点附近,出现一段进、排气门同时开启的现象,称为气门重叠。同时开启的角度,即进气门提前角 α 与排气门迟后角 δ 之和称为气门重叠角。

1-170. 何谓气门间隙?

发动机在冷态下,当气门处于关闭状态时,气门与传动件之间的间隙称为气门间隙。

1-171. 何谓可变配气机构?

传统发动机的气门正时系统,是一种配气相位即气门开启关闭一成不变的机械系统,这种配气系统很难满足发动机在多种工况对配气的需要。而可变气门正时系统是一种可改变气门开启时间或开启大小的电控系统,它通过在不同转速下为车辆匹配更合理的气门开启或关闭时刻,来增强车辆转矩输出的均衡性,提高发动机功率并降低车辆的油耗。

可变配气相位 (Variable Valve Timing, VVT) 机构能使气门正时、气门开启持续时间及气门升程等参数中的一个或多个随发动机的工况变化实时进行调节,从而获得更好的燃油经济性、更优异的转矩和功率特性,提高怠速稳定性和降低尾气排放。在现在的汽车发动机上,经常可以看见像VVT-i、VVTL-i、i-VTEC、VVL、VCT 等技术符号,这些发动机都采用了可变配气正时的技术。

1-172. 气门功用及空心气门的结构

气门功用密封进气道空心气门用于排气门侧,以便降低内圆角和气门面附近的温度。为此气门该区域采用空腔结构如图 1-90 所示。

为传导热量,气门杆空腔体积大约 60 % 的部分填充有可自由移动的金属钠。钠在 97.5 °C 时熔化,并根据发动机转速在气门空腔内产生相应的“振动”作用。内圆角和气门头处产生的部分热量通过液态钠传至气门导管并进入冷却循环回路。从而显著降低气门温度。空心气门可采用单一金属或双金属气门结构。



图 1-90 空心气门结构

1-173. 气门头部结构有何特点?

气门头部由顶部和密封锥面组成,如图 1-91 和图 1-92 所示。

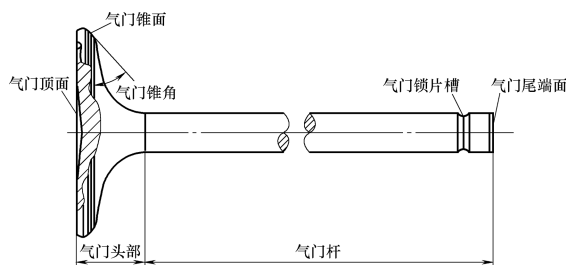


图 1-91 气门结构及各部名称

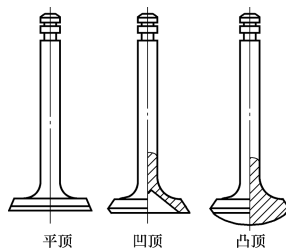


图 1-92 气门顶面形状

1-174. 何谓气门锥角?

气门与气门座或气门座圈之间靠锥面密封。气门锥面与气门顶面之间的夹角称为气门锥角，如图 1-93 所示。进排气门的气门锥角一般均为 45° ，只有少数发动机的进气门锥角为 30° 。气门锥角小，气门头部边缘较薄，刚度较差，容易变形，致使气门与气门座圈之间的密封性变差。较大的气门锥角可提高气门头部边缘的刚度，气门落座时有较好的自动对中作用，与气门座圈有较大的接触压力等。这些都有利于气门与气门座圈之间的密封和传热，并有利于挤掉密封锥面上的积炭。

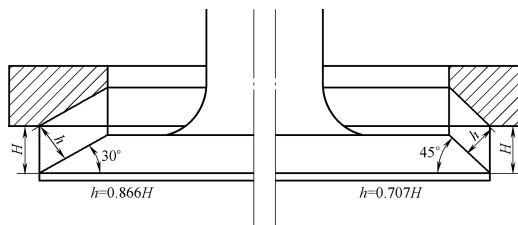


图 1-93 气门锥角

1-175. 气门座有何功用?

进、排气道口与气门密封锥面直接贴合的部位称为气门座，如图 1-94 所示。其功用是与气门头部一起对气缸起密封作用，同时接受气门头部传来的热量，起到对气门散热的作用。一般气门锥角比气门座锥角小 $0.5^\circ \sim 1^\circ$ 。

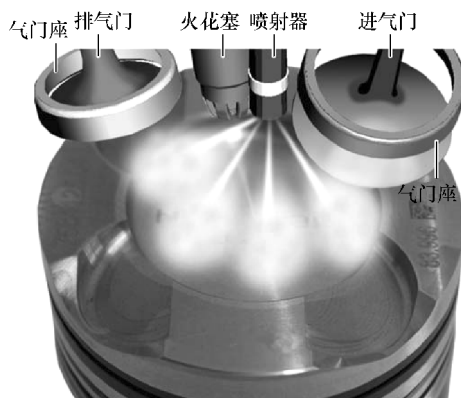


图 1-94 气门座

1-176. 气门导管有何功用?

气门导管的功用是对气门的运动导向，保证气门作直线往复运动，使气门与气门座或气门座圈能正确贴合。此外，还将气门杆接受的热量部分地传给气缸盖。一般气门导管上端孔口不倒角，以减少进入导管孔内的机油量。排气门导管下端孔加工有排渣槽，以便刮除排气门杆上的沉积物或积炭。

1-177. 气门弹簧有何功用?

气门弹簧的功用是保证气门关闭时能紧密地与气门座或气门座圈贴合，并克服在气门开启时



配气机构产生的惯性力,使传动件始终受凸轮控制而不相互脱离。

1-178. 气门油封有何功用?

密封气门杆与气门导管之间的间隙,防止机油窜入燃烧室。

1-179. 如何安装气门导管?

1) 气门导管的外形及安装,如图 1-95 所示。它为圆柱形管,其外表面有较高的加工精度、较小的表面粗糙度值,与缸盖(体)的配合有一定的过盈量,以保证良好的传热效果和防止松脱。气门导管与气门导管孔有适当的过盈量,一般为 $0.015 \sim 0.065\text{mm}$ 。

2) 气门导管的内孔是在气门导管被压入气缸盖(气缸体)后再精铰的,以保证气门与气门导管的精确配合间隙。

3) 为了防止过多的机油进入导管,导管上端面内孔处不应倒角,外侧面带有一定锥度,以防止积油。另外,为了防止气门导管在使用过程中脱落,有的发动机对气门导管用卡环定位,这样导管的配合过盈量可小些。

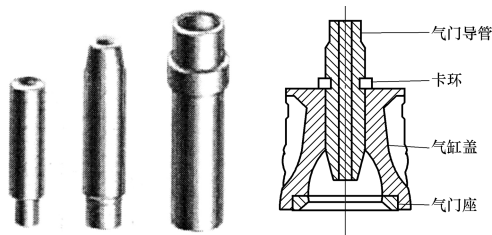


图 1-95 气门导管

1-180. 怎样更换气门导管?

当气门导管磨损严重,已使气门杆与气门导管的配合间隙超过限度时,应予以更换。

1) 用外径略小于气门导管内孔的阶梯轴将气门导管从燃烧室向外冲出。

2) 选择外径尺寸符合要求的新气门导管。

3) 安装气门导管。用细砂布打磨气门导管轴承孔口,然后在轴承孔内壁与导管外表面上涂少许机油,并放正气门导管,再按住铜质的阶梯轴,用压力机或锤子轻轻将气门导管装入轴承孔内。

4) 气门导管的铰削。采用成形专用气门导管铰刀铰削,进给量不易过大,铰刀应保持垂直,边铰边试,直至间隙合适为止。

1-181. 气门弹簧结构有何特点?

气门弹簧一端支承在缸盖或缸体上,另一端压靠在气门弹簧座上。弹簧座用锁片固定在气门杆的末端。为了防止气门弹簧工作时产生共振,采用了多种设计,包括使用更强的弹簧、不等螺距弹簧和双弹簧等。

1-182. 如何安装气门弹簧?

安装时,对于变螺距弹簧,应使螺距较小的一端朝向气缸盖。对于大功率发动机,每个气门都装有大小不等的内外两个弹簧,它们同轴安装在气门导管的外面。采用双弹簧不仅可以提高气门弹簧的工作可靠性,而且可以降低弹簧的高度尺寸,从而降低内燃机高度。当采用双弹簧结构时,两根弹簧圈的螺旋方向应相反,这样可以防止折断的弹簧圈卡入另一个弹簧圈内。

1-183. 凸轮轴有何功用?

凸轮轴的作用是驱动和控制发动机各缸气门的开启和关闭,使其符合发动机的工作顺序、配气相位及气门开度的变化规律等要求。此外,直喷汽油发动机还用它来驱动高压油泵。它是气门驱动组件中最主要的零件。



1-184. 液压挺柱结构有何特点?

液压挺柱外形及结构如图

1-96 所示, 由挺柱体、液压缸、柱塞、球形阀以及压力弹簧等组成。

挺柱体外圆柱面上有一环形油槽, 油槽内有一进油孔与低压油腔相通, 背面上有一键形槽将低压油腔与柱塞上部相通。

液压缸外圆与挺柱体内导向孔配合, 内孔则与柱塞配合, 两者都有相对运动。液压缸底部的压力弹簧把球形阀压在柱塞底部的阀座上, 当球形阀关闭柱塞的中间孔时可将挺柱分成上部的低压油腔和下部的高压油腔。当球形阀开启后, 则成为一个通腔。

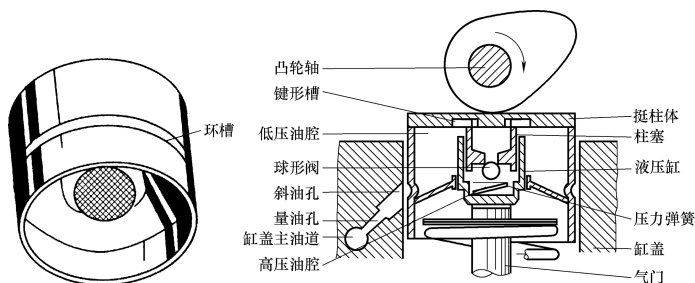


图 1-96 液压挺柱外形及结构

1-185. 液压挺柱是如何工作的?

液压挺柱与凸轮的接触面为平面, 为了使其在工作中旋转以减小磨损, 液压挺柱中心线与凸轮的对称中心线错位 1.5mm, 同时凸轮在轴向倾斜 0.002 ~ 0.02mm, 使挺柱在工作过程中能绕其轴线微微转动。

1) **常态下压力弹簧伸张, 柱塞与挺柱体接触。**此时, 凸轮轴压下挺柱体→推动柱塞→液压缸→气门下行, 由于柱塞与液压缸之间有间隙, 接触时产生响声。

2) **发动机工作以后,** 机油通过油道冲入低压油腔, 当油压高于弹簧弹力时, 单向球阀打开油液进入高压腔。在油压的作用下使液压缸与气门杆尾端接触, 柱塞推动挺柱体与凸轮轴的凸轮接触, 实现气门零间隙。

3) **发动机温度升高时,** 凸轮轴、挺柱体和气门杆受热膨胀, 柱塞和液压缸作轴向相对运动, 高压油腔中的油液可经过液压缸与柱塞间的缝隙挤入低压油腔, 使挺柱自动“缩短”, 保证气门关闭紧密。当气门冷却收缩时, 压力弹簧将液压缸向下推动, 从而使柱塞与挺柱体向上移动, 高压油腔内压力下降, 球形阀打开, 低压油腔油液进入高压油腔, 挺柱自动“伸长”, 保证配气机构无间隙。故 使用液压挺柱时, 可以不预留气门间隙, 也不需调整气门间隙。

1-186. 自动调整滚子摇臂 (RSH) 组件有哪些?

RSH 是一种用于实现凸轮轴间接驱动进排气门的装置, 它由 一个具有杠杆作用的钢板型材和一个带有球轴承的凸轮滚柱组成, 其一端被固定在液压挺柱之上, 一端则定位于气门之上, 当凸轮轴通过“滚子”对摇臂施加作用力后, 由摇臂完成对进、排气门的驱动, 如图 1-97 所示。

RSH 的液压元件由一个柱塞、一个液压缸、一个柱塞弹簧组成, 如图 1-98 所示。 液压元件的油道与发动机的润滑油道相连通。

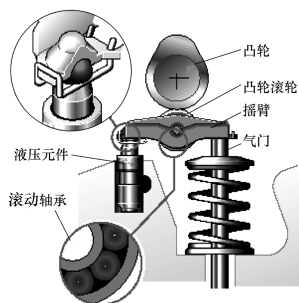


图 1-97 自动调整滚子摇臂结构

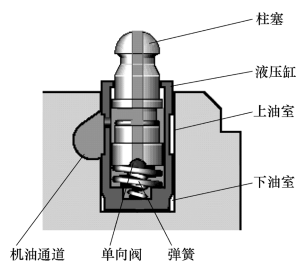


图 1-98 液压元件的结构

1-187. 自动调整滚子摇臂 (RSH) 是如何工作的?

(1) **间隙调整** (图 1-99) 当存在气门间隙时, 柱塞由柱塞弹簧从气缸中压出, 直到滚轮贴到凸轮之上。在柱塞被压出时, 下油室中的油压减小, 单向阀打开, 机油进入。当下油室和上油室之间的压力达到平衡时, 单向阀被关闭。

(2) **气门升程** (图 1-100) 当凸轮紧贴滚轮时, 下油室中的压力上升, 由于封闭的机油不可压缩, 柱塞无法被继续压入液压缸。此时间隙调节器的作用如同一个刚性元件, 支撑滚轮摇臂, 使相应的气门打开。

(3) **润滑** (图 1-101) 润滑由间隙调节器中的润滑油道来完成, 润滑油通过滚轮摇臂中的一个孔喷到滚轮表面。

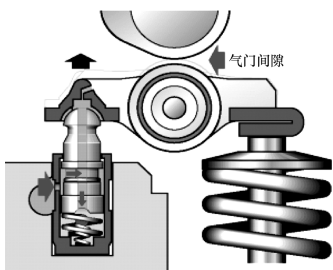


图 1-99 间隙调整

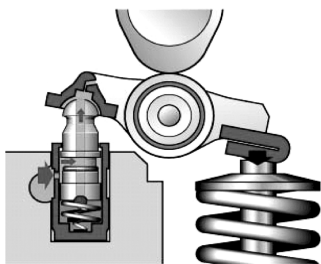


图 1-100 气门升程

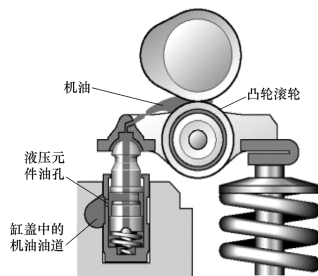


图 1-101 间隙的润滑

1-188. VVT-i 系统结构有何特点?

VVT-i 系统包含可通过调整进气凸轮轴转角气门正时的 VVT-i 控制器和一个控制油压的凸轮轴正时机油控制阀, 如图 1-102 所示。凸轮轴正时机油控制阀控制油压。

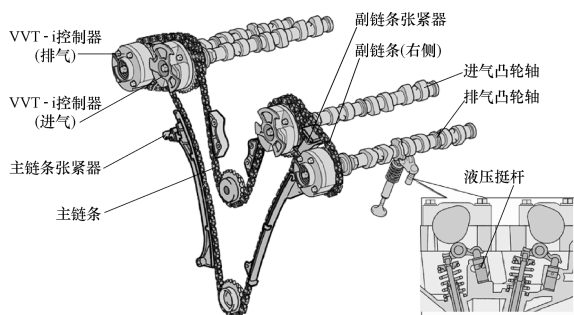


图 1-102 VVT-i 结构

1-189. VVT-i 是如何工作的?

(1) **提前** 由发动机 ECU 所控制的凸轮轴正时机油控制阀所放置的位置, 在图 1-103 所示的状态时, 油压作用于气门正时提前侧的叶片室, 使进气凸轮轴向气门正时的提前方向旋转。

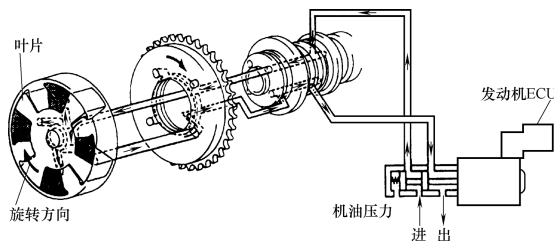


图 1-103 相位提前

(2) **延迟** 由发动机 ECU 所控制的凸轮轴正时机油控制阀所放置的位置, 在图 1-104 所示的状态时, 油压作用于气门正时延迟侧的叶片室, 使进气凸轮轴向气门正时的延迟方向旋转。

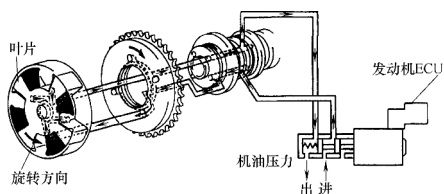


图 1-104 相位延迟

(3) **保持** 发动机 ECU 根据具体的运作参数进行处理, 并计算出目标气门正时角度, 当达到目标气门正时以后, 凸轮轴正时机油控制阀通过关闭油道来保持油压。图 1-105 所示的状态, 是保持现在的气门正时的状态。

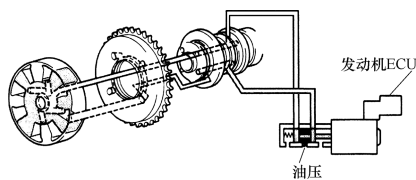


图 1-105 相位保持



1-190. 本田 i-VTEC 可变配气机构结构有何特点?

在凸轮轴上,每缸进气门设有一低一高两个低转速凸轮及一个高转速凸轮。在一般转速区域时,由低转速凸轮驱动,主进气门开度比副进气门大;而在高速旋转时,由高转速凸轮驱动,主、副进气门以相同开度打开,如图 1-106 所示。

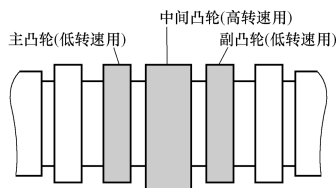


图 1-106 凸轮轴结构

可变配气结构由凸轮轴、主摇臂、副摇臂、中间摇臂、正时活塞、正时板、同步活塞 A、同步活塞 B 与主、副进气门等组成,如图 1-107 所示。

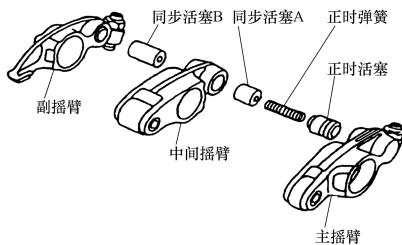
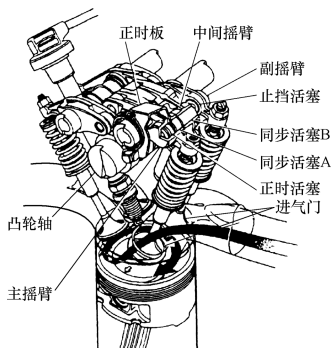


图 1-107 可变配气机构

1-191. 本田三段式 i-VTEC 是如何工作的?

(1) **第一段** 两个油路都没有油压,三个气门摇臂都可自由活动,两个进气门分别由主摇臂与副摇臂驱动,举升分别是 7mm 与微开,使进气涡流强烈、燃烧完全,以达到低转速时省油及转矩提高的效果,如图 1-108a 所示。

(2) **第二段** 上油路送入油压,活塞 A 移动,使主摇臂与副摇臂结合为一体,因此两个进气门均由主摇臂驱动,亦即由低速凸轮驱动,举升都是 7mm,以确保中转速时转矩与功率值,如图 1-108b 所示。

(3) **第三段** 上、下油路都送入油压,上油路的油压仍使主、副摇臂结合为一体,下油路送入的油压使活塞 B 与活塞 C 移动,故中间摇臂与主摇臂及副摇臂结合为一体,两个进气门均由中间摇臂驱动,即由凸轮高度最高的高速凸轮驱动,两个进气门的举升都是 10mm,以确保高功率输出,如图 1-108c 所示。

1-192. 本田 i-VETC 的电路与油路是如何控制的?

本田三段式 VETC 的电路与油路如图 1-109 所示。

1-193. 可变气缸 (VCM) 系统结构有何特点?

VCM 电控液压模块如图 1-110 所示。它布置在缸盖上,由于后列气缸需要实现全部关闭功能,而前列发动机只需关闭一个气缸,因此后列的 VCM 电控液压模块结构上要比前列的复杂。单顶置凸轮轴的摇臂组构成如图 1-111 所示,主要由进气侧主摇臂、进气侧次摇臂、排气侧主摇臂、排气侧次摇臂、摇臂轴、分离活塞和同步活塞等组成。

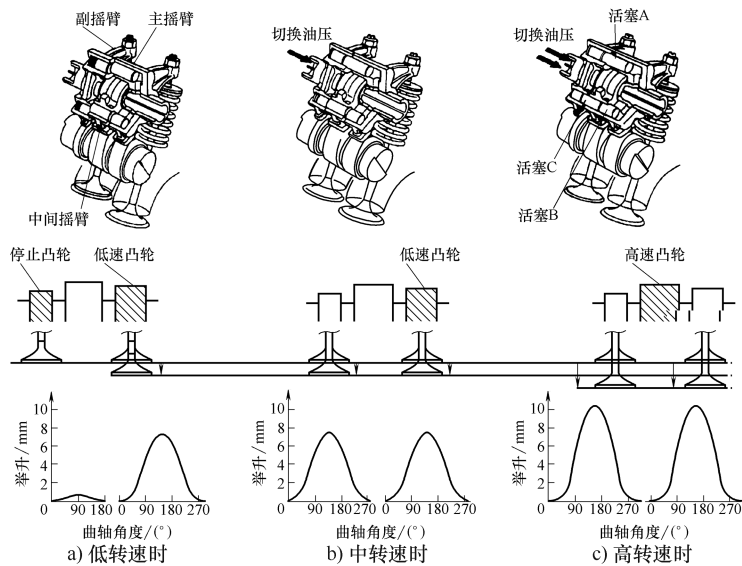


图 1-108 可变配气机构的工作过程

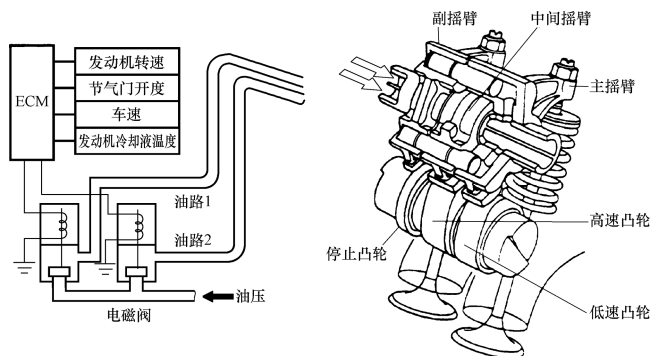


图 1-109 可变配气机构电路与油路

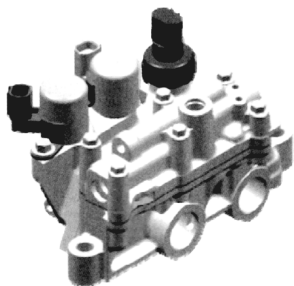


图 1-110 VCM 控制模块

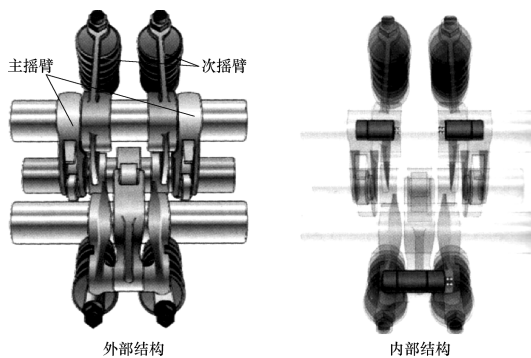


图 1-111 摇臂组构成



1-194. 本田 VCM 发动机中 i-VTEC 可变气门升程如何实现?

1) **升程调整机构主要组成如图 1-112 所示。当发动机在低转速时, 电磁阀关闭, 液压油路无油压, 分离活塞在左侧弹簧力推动下向右推动同步活塞, 并推至最右侧。**同步活塞的长度与配合的高速摇臂内孔长度相等, 即同步活塞的左侧端面正好处于高速摇臂与低速摇臂接触面的同一平面上。高速摇臂左侧端面与低速摇臂右侧端面虽然接触, 但两者实际上互不传动, 于是高速凸轮的高轮廓凸面驱动高速凸轮使气门产生大升程, 而低速凸轮的轮廓面驱动低速摇臂使气门产生小升程。显然气门升程的一高一低使气流进入气缸时具有不对称性, 也就产生了进气涡流, 如图 1-113 所示。在低转速时由于活塞下行速度慢, 导致空气进入气缸的流速降低, VTEC 产生的进气涡流正好弥补了这一缺点。加速的气流能使汽油与空气更好地混合, 并且加快了燃烧速度, 对提高燃烧效率和改善排放非常有利。

2) **当发动机运转于高速时, 电磁阀开启, 同步活塞在压力油作用下向左移动, 如图 1-114 所示, 分离活塞的弹簧被压缩。**由于分离活塞长度小于低速摇臂的内孔长度, 分离活塞被同步活塞推到最左边, 同步活塞也被压力油推入到低速摇臂的内孔, 于是两个摇臂就被同步活塞联结起来了。由于高速凸轮的轮廓面高于低速凸轮廓面, 低速凸轮接触不到低速摇臂, 这样低速摇臂也就随着高速摇臂一起动作, 两个气门均产生了相同的大升程, 这有利于高速时充分进气。

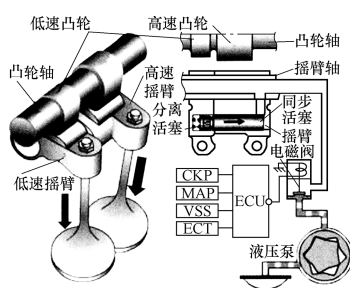
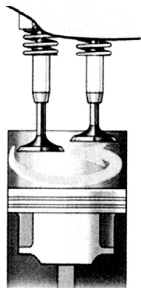
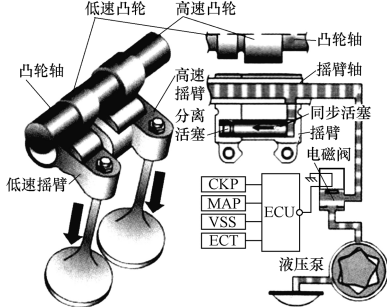


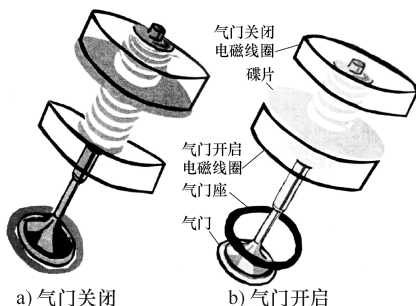
图 1-112 i-VTEC 机构的组成

图 1-113 进气
涡流示意图图 1-114 i-VTEC 切换到高速
凸轮工作的原理

3) 电磁阀由 ECU 根据曲轴位置传感器 (CKP)、进气压力传感器 (MAP)、车速传感器 (VSS) 和冷却液温度传感器 (ECT) 等信号自动在开、闭状态间切换。

1-195. 宝马电子控制气门机构是如何工作的?

电子控制气门机构**依靠曲轴的位置信号, 利用电磁线圈, 单独控制每一个气门的开闭。**当气门关闭、电磁线圈通电时, 电磁铁将与气门杆连为一体的碟片吸起, 气门关闭, 如图 1-115a 所示。当气门开启、电磁线圈通电时, 电磁铁将与气门杆连为一体的碟片拉下, 气门开启, 如图 1-115b 所示。高速时, 气门提前开启, 开度较大, 且开启的时间较长, 以增大发动机的功率。低速时, 气门推迟开启, 开度较小, 且开启的时间较短, 以利于燃烧完全, 达到省油、环保和提升转矩的目的。

图 1-115 电子控制气
门机构工作原理

1-196. 如何检测缸压?

1) 测量气缸压缩压力时, 应将发动机运转至正常工作温度 (冷却液温度为 80 ~ 90℃) 后熄火进行。



- 2) 拆卸发动机盖。
- 3) 拆卸和安装发动机盖。
- 4) 使用顶拔器拆下点火线圈。
- 5) 从熔丝架中取出燃油泵控制单元的熔丝。

6) 汽油机需要拆除全部火花塞,将节气门全开;柴油机需要拆除全部喷油器。然后把气缸压力表的锥形橡皮头扶正压紧在火花塞(喷油器)孔上,用起动机转动曲轴3~5s(转速应符合原厂规定)。待压力表指针指示并保持最大压力后停止转动,记录压力表指示的读数。按下单向阀按钮使压力表指针回零,如图1-116所示。按上述方法依次进行测量,每缸测量次数不少于两次,取平均值。

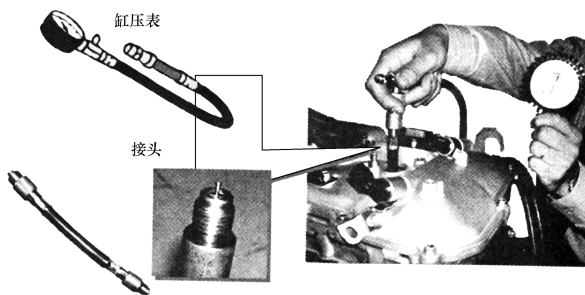


图 1-116 测量气缸压力

7) 高尔夫 A6 汽油直喷发动机压缩压力值:新的,1.0~1.5MPa;磨损极限:700kPa;所有气缸间允许相差:300kPa。

8) 气缸压力表装有通大气的单向阀,在测试气缸压力之后,单向阀关闭,使压力表指针位置保持不变以便读数。读数后按下单向阀按钮使气缸压力表指针回零。

1-197. 如何分析气缸压力的测量结果?

如果测得的气缸压缩压力超过原厂规定,其原因一般为燃烧室内积炭过多、气缸衬垫过薄或缸体与缸盖接合平面经多次修理磨削过甚所至。

1) 如果测得的气缸压缩压力低于原厂规定,可向该缸火花塞(喷油器)孔内注入20~30mL新机油后再测量。

①如果第二次测出的压力比第一次高,接近标准压力,表明是气缸、活塞环、活塞磨损过大或活塞环对口、卡死、断裂及缸壁拉伤等原因造成气缸不密封。

②如果第二次测出的压力与第一次基本相同,即仍比标准压力低,表明是进、排气门或气缸衬垫不密封。

③两次检测结果均表明某相邻两缸压力相当低,说明是两缸相邻处的气缸衬垫烧损窜气。

2) 曲轴箱窜气的检测。检测曲轴箱窜气量,可诊断气缸与活塞环的密封性。测量方法如下:

测量时,将曲轴箱密封(堵住机油尺口、曲轴箱通风进出口等),由加机油口处用胶管将漏窜气体导出,输入气体压力计。当漏窜气体移动时,由于流量孔板两边存在压力差,使压力计水柱移动,直至气体压力与水柱落差平衡为止。压力计通常以流量为刻度,因而由压力计水柱高度可以确定窜入曲轴箱的气体量。

1-198. 如何测量凸轮轴轴向间隙?

- 1) 将百分表支架装在气缸盖上,如图1-117所示。
- 2) 安装百分表,并将百分表杆顶在凸轮轴前端,并将百分表校零。
- 3) 轴向推拉凸轮轴,百分表的摆动量即为轴向间隙。
- 4) 磨损极限最大为0.40mm。如超过此极限更换所有凸轮轴轴承盖。



1-199. 如何检修凸轮轴的弯曲?

凸轮轴的弯曲变形以凸轮轴中间轴颈对两端轴颈的径向圆跳动偏差来衡量,检查方法如图 1-118 所示。将凸轮轴放置在 V 形架上, V 形架和百分表放置在平板上,使百分表测头与凸轮轴中间轴颈垂直接触。转动凸轮轴,观察百分表表针的摆差即为凸轮轴的弯曲度。凸轮轴径向圆跳动量一般为 0.01 ~ 0.03mm, 允许极限一般为 0.05 ~ 0.10mm。若超过极限值,可对凸轮轴进冷压校正,必要时应更换。

1-200. 凸轮轴的凸轮磨损如何检查?

凸轮的常见故障有表面磨损、擦伤和麻点剥落等,其中以磨损最为常见。凸轮的磨损是不均匀的,一般凸轮的顶尖附近磨损较严重。凸轮磨损后,凸轮高度减小,会使气门的最大升程减小,影响发动机工作时的进排气阻力。因此,凸轮的磨损程度可通过测量凸轮的高度 H 或凸轮升程 h 来检查。凸轮的高度 H 和升程 h 如图 1-119 所示。

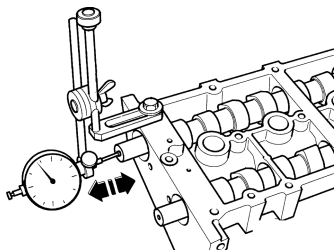


图 1-117 凸轮轴轴向间隙测量

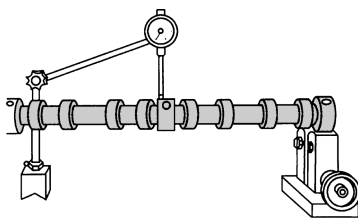
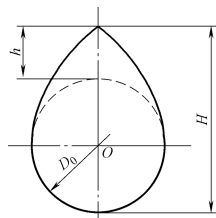


图 1-118 测凸轮轴弯曲度

图 1-119 凸轮的高度
和升程

凸轮高度可用外径千分尺或游标卡尺测量,凸轮升程为凸轮高度与基圆直径之差。凸轮高度或升程若超过允许极限,应更换凸轮轴。

当凸轮最大升程减小值大于 0.40mm 或凸轮表面累积磨损量超过 0.80mm 时,则更换凸轮轴;当凸轮表面累积磨损量小于 0.80mm 时,可在凸轮轴磨床上修磨凸轮。但是,现代汽车发动机凸轮轴的凸轮均为组合线形,由于加工精度极高,修理成本高,所以目前极少修复,一般都是更换。

1-201. 如何检修凸轮轴轴颈?

用千分尺测量凸轮轴轴颈的圆度偏差和圆柱度偏差。凸轮轴轴颈的圆度偏差不得大于 0.015mm, 各轴颈的同轴度偏差不得超过 0.05mm,否则应按修理尺寸法进行修磨。凸轮轴轴颈与凸轮轴轴承的配合间隙一般为 0.02 ~ 0.10mm, 允许极限一般为 0.10 ~ 0.20mm。

注:可参照曲轴轴承间隙测量方法进行测量。

1-202. 如何检测气门导管?

1) 将百分表和支架固定在气缸盖上,并将百分表校零,如图 1-120 所示。

2) 将一个新的气门插入导管。气门杆末端必须和导管紧贴。因为杆直径不同,进气门只能装在进气门导管中,而排气门只能装在排气门导管中。

3) 转动气门确定旷摆间隙(气门相对于气缸盖提起 10 ~ 15mm,然后用百分表测量气门头部的摆动量)。磨损极限为 0.8mm。如果超过旷摆间隙则更换气缸盖。

注:也可用测量气门导管与气门杆直径差来确定配合间隙。

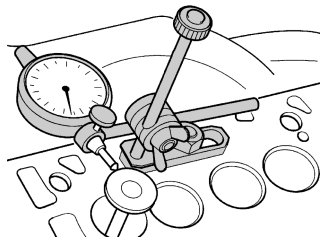


图 1-120 测量气门导管



1-203. 如何判断第 1 缸压缩上止点?

第 1 缸压缩行程上止点的确定方法是先找到压缩行程, 然后再确定压缩上止点。找压缩行程常用的方法如下。

1) 把 1 缸火花塞 (或喷油器) 座孔用棉球堵住 (或用手扶一把一字旋具), 摇转曲轴, 当棉球被气缸内的压缩气体弹出时 (或一字旋具被活塞顶到上止点位置), 表明该缸已进入压缩行程。

2) 摇转曲轴, 看 1 缸气门的动作, 当进气门关闭时, 表明该缸已进入压缩行程。按上述方法找到 1 缸压缩行程后, 慢慢摇转曲轴, 使 1 缸上止点记号对齐, 此时 1 缸活塞所处的上止点位置便是压缩行程上止点。

3) 按发动机上的第 1 缸上止点记号确定 1 缸压缩上止点。很多发动机在曲轴的后端或前端制有确定第 1 缸上止点的记号。当两记号对齐时, 第 1 缸活塞正好处于压缩或排气上止点位置。

4) 逆推法。转动曲轴, 观察与 1 缸曲轴连杆轴颈同在一个方位的最后缸 (如直列六缸机的第六缸或四缸机的第四缸) 的排气门, 当排气门打开又逐渐关闭到进气门动作瞬间, 为六、四缸在排气上止点, 即 1 缸在压缩上止点。

1-204. 如何检修液压挺柱?

注意: ① 液压挺柱不可修理。② 在发动机起动期间, 不规则气门噪声属于正常现象。

1) 起动发动机, 并且让其运转到冷却液温度达到大约 80°C , 风扇接通。

2) 把发动机转速提到大约 2500r/min , 并运转至少 2min ; 必要时, 进行道路试车。

提示: 如果不规则的噪声消除后, 在短期内再次出现, 则必须更换机油单向阀。

3) 如果液压挺柱仍有噪声, 则可以按照下述方法查出损坏了的挺柱。

① 拆下气缸盖罩。

② 顺时针转动曲轴, 使得待查挺柱凸轮朝上。

③ 测量凸轮轴和挺柱间隙, 如果间隙大于 0.2mm , 更换挺柱。如果间隙小于 0.1mm 或无间隙, 用楔形木棒或塑料棒压下挺柱, 如图 1-121 所示。如果凸轮与挺柱间可放入 0.2mm 塞尺, 则更换挺柱。

④ 挺柱直径的磨损量可用外径千分尺测定, 圆柱度及弯曲度偏差不应超过 0.01mm , 径向圆跳动量不应超过 0.05mm 。气门挺柱孔内径可用分球式内径百分表检测, 如图 1-122 所示。

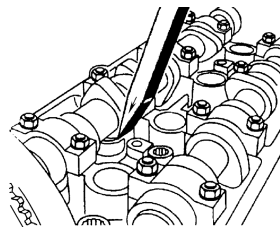


图 1-121 用木制
或者塑料楔向
下压出挺柱

1-205. 调整气门间隙应注意哪些原则?

气门间隙的检查与调整必须在气门完全关闭状态时进行。在检查与调整气门间隙之前, 必须分析判断各气缸所处的工作行程, 以确定可调气门。其基本原则是活塞处于压缩上止点的气缸, 进气门和排气门均可调; 处于排气行程上止点的气缸, 进气门和排气门均不可调; 处于进气行程和压缩行程的气缸, 排气门可调; 处于做功行程和排气行程的气缸, 进气门可调。气门间隙

必须在规定的冷机或热机状态下调整到标准值。各车型气门间隙有不同的标准, 一般车型的进气门间隙为 $0.20 \sim 0.25\text{mm}$, 排气门间隙为 $0.30 \sim 0.35\text{mm}$ 。

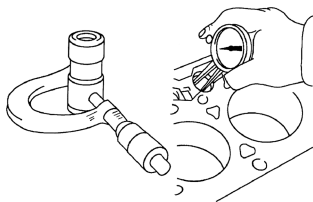


图 1-122 气门挺
柱及承孔的检测



1-206. 如何调整气门间隙?

1) 拆下气门室盖, 旋转曲轴传动带轮以确定第 1 缸处于压缩上止点位置。**转动曲轴传动带轮, 对正正时标记, 即说明第 1 缸处于上止点位置。是否是压缩上止点, 还需用辅助方法判断, 如观察分气门状态、顶置凸轮轴发动机的凸轮位置等。**

2) 按“双排不进”的规律快速确定可调气门。以直列发动机(点火顺序为 1—5—3—6—2—4)为例, 根据该发动机的做功循环表可知, 当第 1 缸处于压缩上止点时, 第 5 缸处于压缩行程初始阶段, 第 3 缸处于进气行程, 第 6 缸处于排气上止点位置, 第 2 缸处于排气行程, 第 4 缸处于做功行程后期。再由检查与调整气门间隙的基本原则可确定, 第 1 缸的“双”气门可调, 第 5 缸和第 3 缸的“排”气门可调, 第 6 缸的两气门均“不”可调, 第 2 缸和第 4 缸的“进”气门可调。

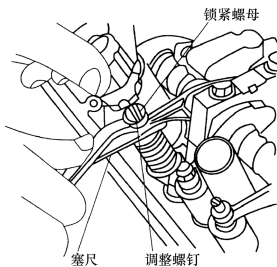


图 1-123 调整气门间隙

3) 再旋转曲轴一圈, 按“不进双排”的规律快速确定可调气门。第 1 缸两气门均“不”可调, 第 5 缸和第 3 缸的“进”气门可调, 第 6 缸处于压缩上止点时, 第 6 缸的“双”气门可调, 第 2 缸和第 4 缸的“排”气门可调。多缸发动机可调气门规律见表 1-3。

表 1-3 发动机气门间隙调整规律

发动机类型	活塞处于上止点的气缸	可调气门对应气缸				点火顺序	气缸由前至后排列序号
		双	排	不	进		
直列三缸	1 缸压缩上止点	1	2	—	3	1→2→3	1→2→3
	1 缸排气上止点	—	3	1	2		
直列四缸	1 缸压缩上止点	1	3	4	2	1→3→4→2	1→2→3→4
	4 缸压缩上止点	4	2	1	3		
直列五缸	1 缸压缩上止点	1	2	4、5	3	1→2→4→5→3	1→2→3→4→5
	1 缸排气上止点	4、5	3	1	2		
直列六缸	1 缸压缩上止点	1	5、3	6	2、4	1→5→3→6→2→4	1→2→3→4→5→6
	6 缸压缩上止点	6	2、4	1	5、3		
V 型六缸	1 缸压缩上止点	1	6、5	4	3、2	1→6→5→4→3→2	左: 1→3→5 右: 2→4→6
	4 缸压缩上止点	4	3、2	1	6、5		
V 型八缸	1 缸压缩上止点	1	5、4、2	6	3、7、8	1→5→4→2→6→3 →7→8	左: 1→2→3→4 右: 5→6→7→8
	6 缸压缩上止点	6	3、7、8	1	5、4、2		

4) 对可调气门的气门间隙进行检查与调整。多数发动机的气门间隙都是用装在摇臂上的调整螺钉来调整的。如图 1-123 所示, 将与规定气门间隙相等的塞尺插入可调气门的气门间隙中, 用手前、后移动塞尺, **如能感到有适当的阻力, 说明气门间隙符合标准。若移动塞尺时, 感觉无阻力或阻力过大, 应松开锁紧螺母, 转动调整螺钉, 直到气门间隙符合规定后, 再将锁紧螺母拧紧。**有些无摇臂总成的发动机, 可通过改变挺杆内的垫片厚度来调整气门间隙。

1-207. 怎样更换气门座圈?

气门座损坏、严重烧蚀、凹陷、裂纹、松动或下沉 2mm (指测量的气门顶部下沉量) 以上, 应更换气门座圈。若凹陷深度大, 则燃烧室内部的容积将增大, 压缩比会减小, 进气量也会减小, 从而影响发动机输出功率。若气门座是在气缸盖上直接加工的, 则必须更换气缸盖。

更换气门座圈时, 对铝合金气缸盖不可用撬动方法拆卸旧气门座圈。用镗削加工方法将旧气门座圈镗削只剩一薄层, 可很容易地拆下旧气门座圈; 也可将一合适的旧气门焊接到旧气门座圈上, 然后敲击气门杆拆下旧气门座圈。



安装新气门座圈前,用外径千分尺测量气门座外径,用内径量表测量气门座承孔内径,并根据气门座和缸盖承孔的材质选择合适过盈量,使**新气门座圈与座孔的过盈配合量为 $0.08 \sim 0.12\text{mm}$** 。安装新气门座圈时,应将气门座圈放在固体二氧化碳(干冰)或液态氮中冷却使其冷缩,用冷缩法时过盈量为 $-0.09 \sim -0.05\text{mm}$,然后再将气门座圈敲入座孔。热镶法是用喷灯火焰加温气门座孔四周,其过盈量为 $-0.25 \sim -0.2\text{mm}$ 。

1-208. 气门铰刀类型有哪些?

常用的气门铰刀一般为 15° 、 30° 、 45° 、 75° 四种规格。每种规格有直径不同的铰刀数只,以适应不同直径尺寸的气门头部需要。且有粗、精铰刀之分,粗铰刀在刃上有锯齿状缺口。

75° 铰刀为铰削气门座上平面角,以使气门头部下沉量符合 $0.5 \sim 1.0\text{mm}$,并使气门工作斜面下移,铰后的切削面与平面夹角为 15° ; 30° 或 45° 铰刀为气门工作面铰刀,根据气门工作角度选用一种; 15° 铰刀为扩大气门座孔内径,使气门工作面斜面上移,如图 1-124 所示。

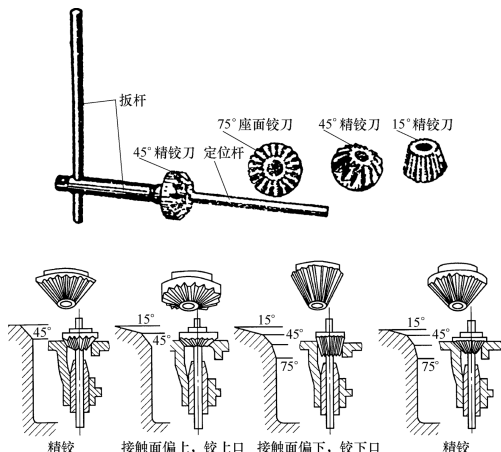


图 1-124 气门铰刀

1-209. 如何铰削气门座?

- 1) 根据气门导管内径选择铰刀导杆,导杆以轻易插入气门导管内,无旷动量为宜。导杆插入气门导管内部分有的加工成约 0.25mm 的锥形,以保证气门座工作锥面轴线与导管轴线重合。
- 2) 把砂布垫在铰刀下,磨除座口硬化层,以防止铰刀打滑和延长铰刀使用寿命。
- 3) 用与气门锥角相同的精铰刀铰削工作锥面,直到凹陷、斑点全部去除并形成 2.5mm 以上的完整锥面为止。铰削时两手用力要均衡并保持顺时针方向转动。
- 4) 气门座和气门的选配,一般是新气门座用旧气门,旧气门座配新气门。用相配的气门进行涂色试配,察看印迹。接触环带应在气门和斜面的中部靠里位置,若过上用 15° 铰刀铰削,过下可用 75° 铰刀铰削。**接触面宽度一般进气门为 $1.0 \sim 2.0\text{mm}$,排气门为 $1.5 \sim 2.0\text{mm}$ 。**
- 5) 最后用与工作面角度相同的细刃铰刀进行精铰,并在铰刀下垫细砂布磨修,以降低气门座口表面粗糙度。

1-210. 如何进行气门研磨?

(1) 手工研磨

- 1) 研磨前应先用汽油清洗气门、气门座和气门导管,将气门按顺序排列或在气门头部打上记号,以免气门位置错乱。
- 2) 在气门工作锥面上涂上一层薄薄的粗研磨砂,同时在气门杆上涂以机油,插入气门导管内。
- 3) 利用螺钉旋具或橡皮捻子使气门作往复和旋转运动,与气门座进行研磨,**注意旋转角度不宜过大,并不时地提起和转动气门变换气门与座相对位置**,以保证研磨均匀。

注意:在手工研磨中,不宜过分用力,也不要提起气门在气门座上用力拍击,否则会将气门工作面磨宽或磨成凹槽。



4) 当气门工作面与气门座工作面磨出一条较完整且无斑痕的接触环带时, 可以将粗研磨砂洗去, 换用细研磨砂, 继续研磨。当工作面出现一条整齐的灰色环带时, 再洗去细研磨砂, 涂上润滑油, 继续研磨几分钟即可。

(2) 机器研磨

1) 将气缸盖清洗干净, 安放在气门研磨机工作台上。

2) 在已配好的气门工作面涂上一层研磨膏, 在气门杆部涂上机油并装入气门导管内, 调整各转轴, 对正气门座孔。

3) 连接好研磨装置, 调整气门升程, 进行研磨。一般研磨 10 ~ 15min 即可。研磨好的工作面应为一条光泽完整的圆环。

1-211. 如何检查气门的密封性?

(1) 画线法

1) 检查前将气门及气门座清洗干净, 在气门工作面上用软铅笔沿径向均匀地画上若干条线。

2) 然后与相配气门座接触, 略微压紧并转动气门 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$, 取出气门, 查看铅笔线条。如铅笔线条均被切断, 则表示密封良好, 否则应重新研磨。

(2) **拍击法** 将气门与相配气门座轻轻敲击几次, 查看接触带, 如有明亮的连续光环, 即为合格。

(3) **涂红丹油** 在气门工作面上涂抹上一层轴承蓝或红丹油, 然后用橡皮捻子吸住气门在气门座上旋转 $1/4$ 圈, 再将气门提起, 若轴承蓝或红丹油布满气门座工作面一周而无间断, 又十分整齐, 即表示密封良好。

(4) **渗油法** 可用煤油或汽油浇在气门顶面上, 5min 内视气门与气门座接触处是否有渗漏现象, 如无渗漏即为合格。

1-212. 如何拆装气门?

拆装气门时, 必须先使用专用气门拆装钳压缩气门弹簧, 如图 1-125 所示, 然后拆下或装上气门锁片或锁销, 并慢慢放松气门弹簧即可。

拆下的气门, 必须做好标记并按顺序摆放, 以免破坏气门与气门座及气门导管的配合。气门锁片或锁销很小, 应注意不要丢失。

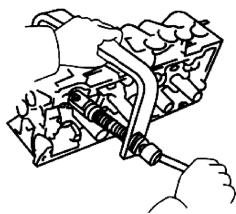


图 1-125 拆装气门

1-213. 如何检修正时链条?

将正时链条绕链轮一周, 链条提起度不应超过齿高的 $1/2$ 。也可用弹簧秤测量链条的伸长量, 若超过使用极限应更换。

1-214. 如何更换正时带?

(1) 拆卸正时带

1) 将减振器带轮置于 1 缸压缩上止点, 如图 1-126 所示。

2) 拆下减振器/带轮, 如图 1-127 所示。拆下同步带中部及下部护罩。标出同步带旋转方向。

3) 将 T10092 拧入同步带张紧器, 如图 1-128 所示。有时在张紧高压活塞前须用尖嘴钳子或钢丝校正 (活塞上的孔与壳体上孔应对齐)。

4) 张紧高压活塞, 直到其可以用 T40011 固定为止, 取下同步带。将曲轴向回转动少许。

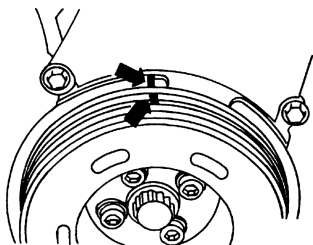


图 1-126 减振器置于
1 缸上止点

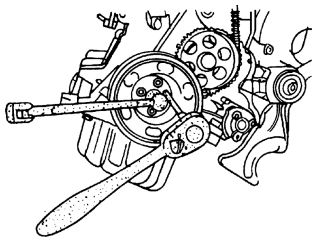


图 1-127 拆卸曲轴传动带轮

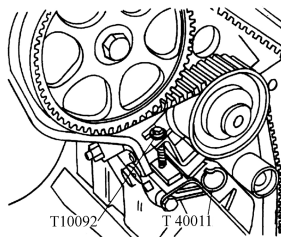


图 1-128 将 T10092 拧入
齿形带张紧器

(2) 安装正时带

说明：转动凸轮轴时，曲轴不可位于上止点，否则会损坏气门/活塞顶；只须从凸轮轴正时齿轮上取下同步带。

- 1) 对齐凸轮轴和气缸盖罩上的标记，如图 1-129 所示。
- 2) 将同步带放到曲轴正时齿轮上 (注意旋转方向)。
- 3) 用一个螺栓固定减振器/带轮。
- 4) 将曲轴置于 1 缸上止点，把同步带装到水泵、张紧轮和凸轮轴正时齿轮上。
- 5) 张紧同步带 (要拔出 T40011)。
- 6) 将曲轴转两圈，检查凸轮及曲轴上标记是否与参考点对齐。
- 7) 装上正时护罩。

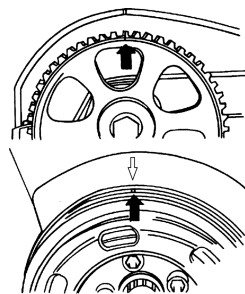


图 1-129 正时标记

1-215. 如何调整新款捷达配气正时?

- 1) 拧出螺栓 A ~ D，接着将冷却液调节器盖板 1 放置一侧如图 1-130 所示。
- 2) 脱开线束固定卡 - 箭头如图 1-131 所示。
- 3) 拧出螺栓 1 和 3，取下冷却液泵齿形带护罩 2。

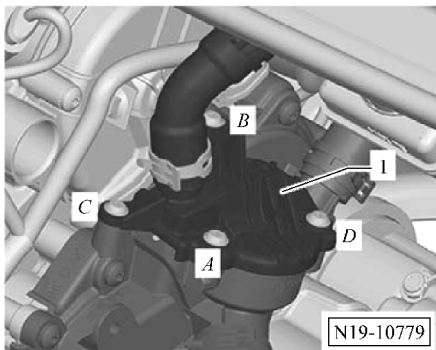


图 1-130 拆下调节器盖板

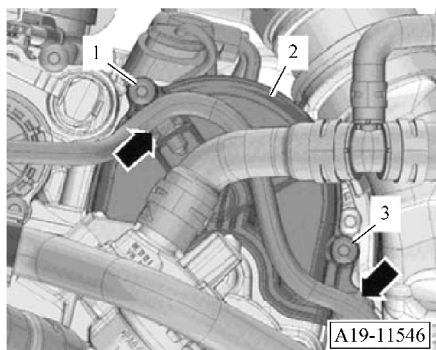


图 1-131 脱开线束固定卡

- 4) 拧出箭头处所示螺栓，并取下密封盖 1 如图 1-132 所示。
- 5) 拆卸第 1 缸带功率输出级的点火线圈。
- 6) 将千分表适配插头 T10170N 拧入火花塞螺纹孔直至极限位置如图 1-133 所示。



7) 将带延长件 T10170N 的千分表 VAS 6079 插入千分表适配插头中直至极限位置, 并拧紧锁止螺母 (箭头处)。

8) 沿发动机运转方向转动曲轴, 直至到达 1 缸上止点, 并记下千分表指针的位置。

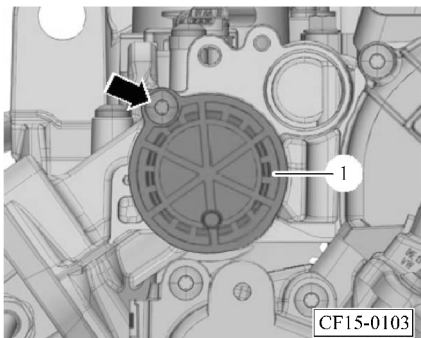


图 1-132 拧下密封盖

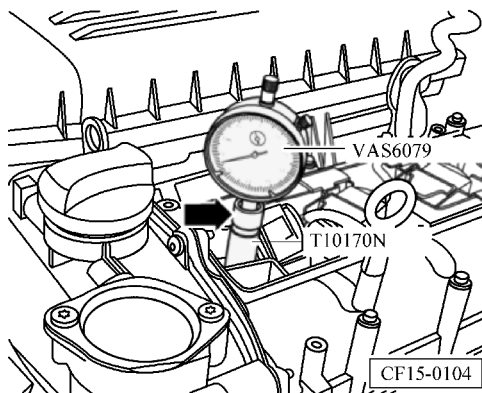


图 1-133 将千分表适配接头拧入火花塞螺纹孔

9) 如果曲轴转动超过上止点 0.01mm , 则将曲轴逆时针转动约 45° , 再接着将曲轴沿发动机运转方向转到 1 缸上止点。(气缸 1 上止点允许的偏差 $\pm 0.01\text{mm}$ 。)

10) 拧出气缸体上的“上止点”孔的螺旋塞。将固定螺栓 T10340 拧入气缸体中, 直至限位位置, 接着用 $30\text{N} \cdot \text{m}$ 的力矩拧紧, 固定螺栓 T10340 现在紧贴曲轴侧面如图 1-134 所示。沿发动机运行方向转动曲轴, 直至限位位置用固定螺栓 T10340 将曲轴卡止在气缸 1 的活塞“上止点”处, 使曲轴不能转动。

11) 如图 1-135 所示, 飞轮侧的两个凸轮轴上, 每个凸轮轴上各有两个不对称的凹槽 (箭头处)。

12) 对于排气凸轮轴, 可以通过冷却液泵齿形皮带轮上的孔进入凸轮轴上的两个不对称凹槽 (箭头处)。

13) 对于进气凸轮轴, 凹槽 (箭头处) 在凸轮轴十字虚线上方如图 1-136 所示, 提示: 凸轮轴有一对对称分布的凹槽和一对不对称分布的凹槽。在“上止点”位置处, 不对称分布的凹槽必须在水平中线上方。

14) 如果凸轮轴的位置与上述不符, 则接着继续转动曲轴一圈, 再次转到“上止点”处。

15) 将凸轮轴固定装置 T10477 插入凸轮轴的不对称凹槽内, 直至限位位置如图 1-137 所示。

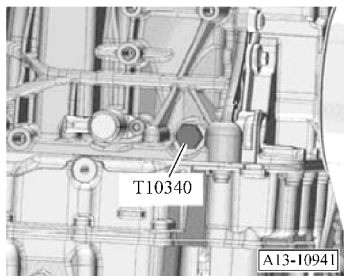


图 1-134 T10340 - 拧入气缸体中

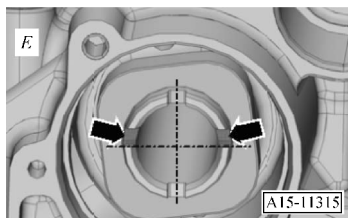


图 1-135 飞轮侧两个不对称的凹槽

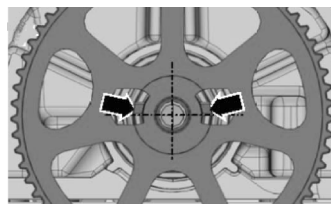


图 1-136 进气凸轮轴凹槽

16) 如果无法插入凸轮轴固定装置则调整配气相位,取下凸轮轴上的正时齿形皮带。

17) 如果可以插入凸轮轴固定装置则配气相位正常。

正时带经长期使用后,将产生硬化、龟裂、剥落、磨损和纤维松散等缺陷,如图1-138所示。每6万~8万km更换正时带,具体参照维修手册。

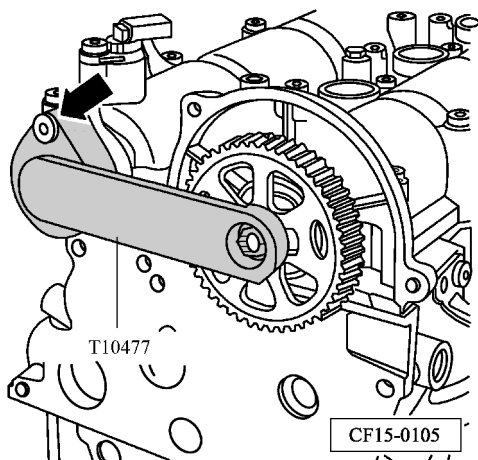


图 1-137 T10477 - 插入凸轮轴的不对称凹槽内

1-216. 如何选配气门挺杆调整垫片?

- 1) 拆下气门挺柱。
- 2) 用千分尺测量 (0~25mm) 拆下的挺杆的厚度,如图1-139所示。

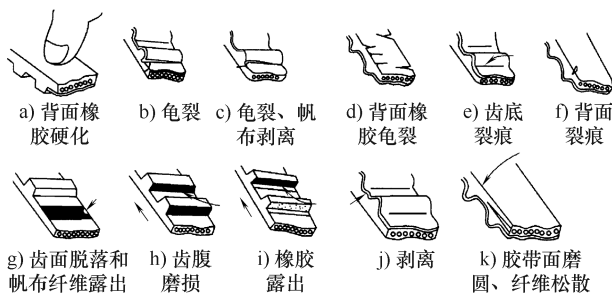


图 1-138 正时带的损伤

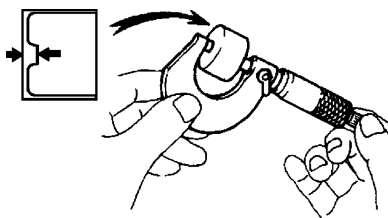


图 1-139 测量拆下的挺杆厚度

- 3) 计算新挺杆厚度,以使气门间隙符合规定值。

规定值 (冷态)

进气: $A = B + (C - 0.20\text{mm})$ 排气: $A = B + (C - 0.30\text{mm})$

A—新挺杆厚度 B—旧挺杆厚度 C—气门间隙测量值

- 4) 选择一个新的挺柱,且它的厚度应尽可能与计算值相接近。
- 5) 重新安装气门挺杆。

1-217. 气门烧蚀现象、原因及如何排除?

(1) **故障现象** 当某缸气门烧蚀后,可明显地发现该缸的压力降低,发动机功率下降;发动机工作时可听到进气歧管发出“喔喔”声音,在消声器外可以听到“突突”声。

(2) **故障原因** 气门接触面部分积炭,引起散热不良;气门脚间隙过小或没有间隙,导致气门关闭不严,在高温高压作用下烧蚀;气门材料质量差。

(3) **排除方法** 清洗积炭,研磨气门,调整气门间隙,严重时更换气门。



1-218. 气门脚响现象、原因及如何排除？

(1) **故障现象** 发动机上部发出“嗒嗒”金属敲击声，怠速运转时声音清晰均匀，转速升高，响声随之增大；若多气门脚响，声音嘈杂。

(2) **故障原因** 气门脚间隙调整或磨损过大；气门脚间隙调整螺母松动；凸轮磨损异常，导致运转中挺柱跳动。

(3) **排除方法** 检查气门间隙，并调整到标准间隙；检查凸轮轴的磨损情况，如果超出了使用极限，进行更换。

1-219. 气门弹簧折断现象、原因及如何排除？

(1) **故障现象** 发动机工作无力，怠速转动时，发出“喀哒、喀哒”的敲击声；缸盖处发出“咣咣”敲击声。

(2) **故障原因** 气门弹簧制造质量差；气门弹簧没有按规定工艺安装；工作频率较大，加之交变载荷作用，共振折断。

(3) **排除方法** 更换气门弹簧。

1-220. 如何判断气门漏气现象、原因？

(1) **故障现象与影响** 发动机工作时，如果气门与气门座密封不严而漏气，则表现为气缸压缩压力不足，燃烧不良，排气有规律地冒黑烟或白烟，耗油量增大，功率下降。漏气严重时，发动机甚至无法起动。

(2) **故障原因**

- 1) 气门座磨损和变形。
- 2) 气门和气门座大量积炭。
- 3) 气门间隙过小。
- 4) 排气门锥面烧蚀、头部蠕变、起槽和偏磨等。
- 5) 气门弹簧因产生共振而折断，或弹力不足使气门飞脱、反跳以及气门座压不紧。

1-221. 气门漏气故障如何排除？

方法1：摇转曲轴，使第1缸位于压缩行程上止点，将500~600kPa的压缩空气从喷油器安装孔压入气缸内，同时分别在进气管和排气管处查听，根据漏气声响，判断故障是在进气门还是排气门。其他各缸进、排气门漏气情况可用同样方法判断。

方法2：揭开气门盖并拆下气门，直接查看气门与气门座接触情况来判断密封性：如果接触面有一条灰黑色的不间断的光带，则表示该气门与气门座密封良好；若接触面有断续积炭痕迹或烧蚀斑点，则表示该气门与气门座不密封。若气门和气门座轻微磨损或烧蚀，可采用气门与气门座研磨的方法恢复其密封性。

1-222. 气缸盖螺栓拆装顺序如何？

1) 按规定的顺序松开并旋出气缸盖螺栓，如图1-140所示（由两边向中间交叉均匀分两次或三次拆下螺栓），并拆下气缸盖。

2) 如图1-141所示（由中间向两边分三次拧紧螺栓），按如下方法拧紧气缸盖螺栓。

- ①用30N·m的力矩拧紧所有螺栓。
- ②用刚性扳手将所有螺栓继续转动1/4圈（90°）。
- ③再次将所有螺栓继续转动1/4圈（90°）。

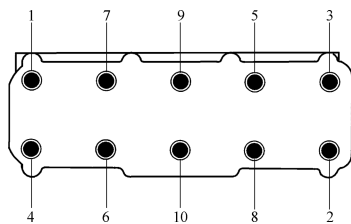


图 1-140 气缸盖螺栓拆卸顺序

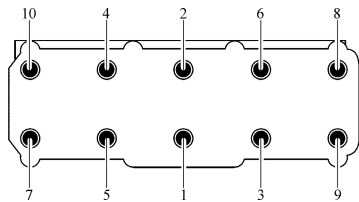


图 1-141 拧紧螺栓的顺序

第四节 汽油发动机电控系统

1-223. 汽车电子控制系统由哪些零件组成？

汽车电子控制系统是指由传感器、电器开关、电子控制器和执行器等组成，并具有提高汽车性能的有机整体。如果系统采用了微处理器作为电子控制器，则称为微机控制系统或计算机控制系统。在同一辆汽车上，配装有若干个电子控制系统。每一个电子控制系统，都能实现不同的控制功能，并随着汽车功能的不断增多而日渐完善和复杂。汽车车型不同、档次不同，采用电子控制系统的多少也不尽相同。但是，汽车上任何一个电子控制系统的基本结构都包括硬件和软件两大部分。

1-224. 汽车电子控制系统的硬件结构有何特点？

汽车电子控制系统的硬件结构一般由三部分组成，即传感器、电子控制单元（ECU）和执行器，如图 1-142 所示。



图 1-142 汽车电子硬件结构组成

1-225. 什么是汽车电子控制系统的软件？

软件包括系统软件和应用软件两大部分。应用软件是为实现控制功能所编制的程序，起着控制决策的作用，是控制系统中必不可少的部分。应用软件包括控制程序和数据两部分，最主要的是主控程序。主控程序可根据使用目的和控制要求设定内容，由汽车电子控制系统设计人员自行编制。应用软件的数据（如发动机基本喷油量和基本点火提前角的三维图等）是经过精确计算和大量实验取得的，以离散数据的形式存在存储器中，作为控制的依据。

在汽车电子控制系统中，控制对象都是不一样的，因此不仅控制系统本身的硬件配置不同，而且系统应用软件也各不相同。但是，任何一个控制应用软件都必须满足实时性、针对性、灵活性、通用性和可靠性几个方面的基本要求。

1-226. 电子控制燃油喷射系统按喷射部位是如何分类的？

电子控制燃油喷射系统可分为缸内喷射和进气管喷射两种类型。

(1) **缸内喷射** 将燃油通过喷油器直接喷射到气缸内部，称为缸内喷射或缸内直接喷射，如图 1-143a 所示。缸内喷射系统均为多点喷射系统，这种喷射系统将喷油器直接安装在气缸盖上，并以较高的燃油压力（5~12MPa）将燃油直接喷入气缸。由于汽油黏度低而喷射压力较高，且缸内工作条件恶劣（高温、高压），因此，对喷油器的技术条件和加工精度要求较高。



(2) **进气管喷射** 进气管喷射又称为缸外喷射,该喷射方式是将燃油喷射在气缸外面节气门或进气门附近的进气管内,然后再与空气混合形成可燃混合气进入气缸,如图 1-143b 所示。与缸内喷射相比,进气管喷射系统对发动机机体的设计改动较小,喷油器不受缸内的高温、高压的直接影响,喷油压力不高(0.2~0.35MPa),结构简单,成本较低,是目前普遍采用的喷射方式。

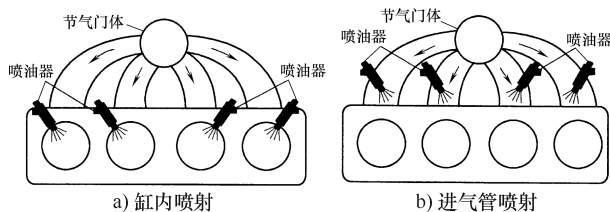


图 1-143 喷油器安装位置

1-227. 电子控制燃油喷射系统按喷油器数目是如何分类的?

按喷油器的数目,可分为单点喷射和多点喷射两种类型。

(1) **单点喷射** 单点燃油喷射系统(SPI)是指在进气管的节气门体上安装一只或并列安装两只喷油器的燃油喷射系统,如图 1-144a 所示。

(2) **多点喷射** 多点燃油喷射系统(MPI)是在发动机每一个气缸进气门前的进气管上均安装一只喷油器的燃油喷射系统,如图 1-144b 所示。

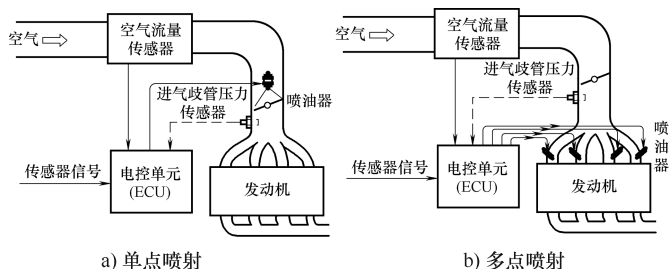


图 1-144 单点与多点喷射系统

1-228. 何谓 D 型燃油喷射系统?

D 型燃油喷射系统不直接检测吸入发动机的空气量,而是通过检测进气歧管压力(真空度)和发动机转速,推算出吸入的空气量,因此又被称为速度-密度控制型。D 型系统是德国博世公司于 1967 年研制成功,是最早应用在汽车上的电子控制燃油喷射系统,如图 1-145 所示。

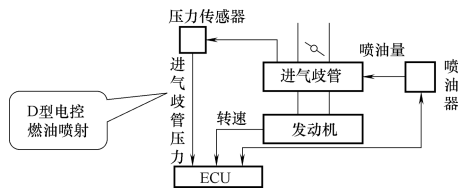


图 1-145 D 型燃油喷射系统

1-229. 何谓 L 型燃油喷射系统?

L 型燃油喷射系统结构原理与 D 型燃油喷射系统基本相同,有所改进的是用叶片式(或称翼片式)空气流量传感器取代了 D 型燃油喷射系统中的进气歧管压力传感器,由空气流量传感器直接测量进入进气歧管的空气量,因此, L 型又被称为质量流量控制型。其检测精度高于 D 型,可更精确地控制喷油量和空燃比。L 型燃油喷射系统组成如图 1-146 所示。

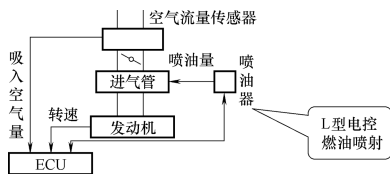


图 1-146 L 型燃油控制系统

在 LH 型燃油喷射系统中,由于热丝式空气流量传感器通过电子电路检测空气量,没有运动部件,因此,进气阻力减小、检测精度高。同时,由于采用了大规模集成电路组成电控单元,提高了运算速度、扩大了控制范围、增强了控制功能。



1-230. 何谓 M 型燃油喷射系统?

M 型燃油喷射系统是在 L 型燃油喷射系统的基础上, 将电子控制点火系统与燃油喷射系统组合而成。M 型燃油喷射系统除了具有 L 型与 LH 型的全部功能之外, 由于将点火提前角控制和喷油时间控制组合在一个电控单元中进行控制, 因此, 在发动机起动、怠速、加减速、全负荷等工况下, 不仅能够自动调整喷油量, 还能自动控制点火提前角, 实现喷油量与点火提前角最佳匹配控制, 使发动机的起动性能、加速性能、怠速稳定性、动力性、经济性以及排放性得到大大提高, 是目前主流的燃油喷射方式, 被较多车型采用。

1-231. 电控燃油喷射系统按喷射方式如何分类?

按喷射方式不同, 燃油喷射系统可分为连续喷射系统和间歇喷射系统两大类。

(1) **连续喷射** 连续喷射是指在发动机运转期间, 喷油器连续不断地喷射燃油。连续喷射方式主要用于机械控制式、机电结合式和单点喷射系统, 如博世公司的 K 型和 KE 型喷射系统。

(2) **间歇喷射** 间歇喷射是指在发动机运转期间, 喷油器间歇喷射燃油。目前, 绝大多数电子控制燃油喷射系统都属于间歇喷射系统。间歇喷射系统根据喷射时序不同, 又可分为同时喷射 (图 1-147a)、分组喷射 (图 1-147b) 和顺序喷射 (图 1-147c)。

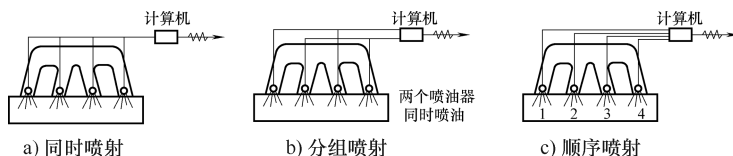


图 1-147 喷油器喷射时序

1-232. 空气供给系统的组成部件有哪些, 是如何工作的?

空气供给系统主要由空气滤清器、空气流量传感器 (D 型系统为进气歧管绝对压力传感器)、节气门、进气总管、进气歧管、怠速控制装置等组成, 如图 1-148 所示。

空气经空气滤清器、空气流量传感器 (D 型系统无此装置)、节气门、进气总管、进气歧管进入各缸。汽车行驶时, 由通道中的节气门 (节气门由加速踏板操作) 来控制进入发动机气缸的空气流量, 空气流量的多少由电控单元 (ECU) 根据安装在进气道上的空气流量传感器 (D 型系统为进气歧管压力传感器) 检测的进气量信号求得。怠速时, 节气门关闭, 空气由旁通道通过, 由怠速控制阀控制流经旁通道的空气量来实现怠速控制。

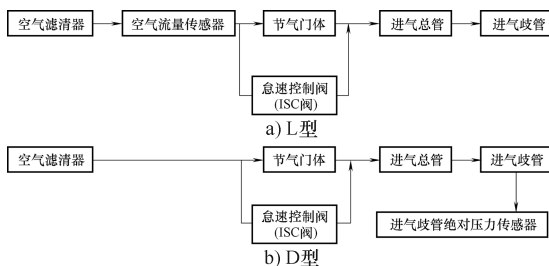


图 1-148 空气供给系统的组成与工作原理

1-233. 燃油供给系统是如何工作的?

燃油供给系统由燃油箱、电动燃油泵、燃油分配管、燃油滤清器、油压调节器、喷油器和回油管等组成, 如图 1-149 所示。



燃油由燃油泵从油箱中泵出,具有一定压力的燃油经过燃油滤清器除去杂质及水分后,流至燃油分配管,由分配管送至各缸喷油器。喷油器根据 ECU 的喷油指令,开启喷油阀,将适量的燃油喷于进气门前,待进气行程时,再将可燃混合气吸入气缸中。装在燃油分配管上的燃油压力调节器是用以调节系统油压的,目的在于保持喷油器内油压与进气歧管内的压力差恒定,一般控制在高于进气歧管压力 300kPa 左右。

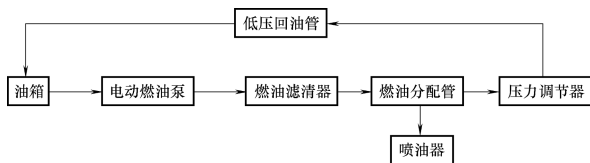


图 1-149 燃油供给系统的组成与工作原理

1-234. 电动燃油泵有何功用, 有哪几种类型?

电动燃油泵的功用是从油箱中吸出燃油, 加压后输送到管路中, 与燃油压力调节器配合建立合适的系统压力(高于进气歧管压力 250 ~ 300kPa), 最终将燃油输送到喷油器。为防止发动机供油不足及因高温而产生的气阻, 油泵的最高输出油压为 450 ~ 600kPa, 其供油量较发动机最大耗油量大得多, 多余的燃油从回油管返回油箱。

按安装位置的不同, 电动燃油泵又可分为内置式和外置式。目前, 大多数汽车采用内置式电动燃油泵。按结构的不同, 电动燃油泵可分为滚柱式、叶片式、齿轮式、涡轮式和侧槽式等。目前, 常用的有滚柱式、齿轮式、涡轮式这三种。外置式主要采用滚柱式油泵, 内置式主要采用涡轮式油泵, 也可以采用滚柱式油泵。

1-235. 滚柱式电动燃油泵结构有何特点?

滚柱式电动燃油泵如图 1-150 所示。滚柱泵主要由泵转子、泵体和滚柱组成。电动机的电枢轴较长, 泵转子偏心地压装在电枢轴上, 随电动机一同转动。泵转子周围围制作有齿缺, 滚柱安放在齿缺与泵体之间的空腔内。泵体用螺钉固定在一起, 安放在泵壳内, 泵体侧面制作有进油口和出油口。泵转子与泵体的径向和轴向都制作有很小的间隙, 以便泵转子能够灵活转动, 如图 1-151 所示。

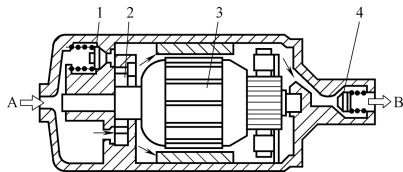


图 1-150 滚柱式电动燃油泵结构示意图

1—安全阀 2—滚柱泵 3—驱动电动机
4—单向阀 A—进油口 B—出油口

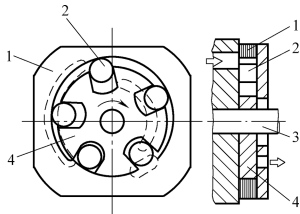


图 1-151 滚柱泵工作原理图

1—泵体 2—滚柱 3—轴 4—转子

1-236. 涡轮式电动燃油泵结构有何特点?

涡轮式电动燃油泵主要由驱动电动机、涡轮泵、单向阀和安全阀等组成, 结构和工作原理如图 1-152 所示。当涡轮与电动机一起转动时, 由于转子的外圆有很多齿槽, 在其前后利用摩擦而产生压力差, 重复运转则泵内产生涡流而使压力上升, 由泵室输出。涡轮式油泵的特点是供油压



力的脉动较小，供油系统中不需要设置减振器，因而易于实现小型化，适合装在油箱内，可简化供油系统管路，降低噪声。这种泵由于使用薄型涡轮，所以所需转矩较小，可靠性高。尽管涡轮式油泵产生的最大油压为 600kPa，但是它们的燃油压力没有波动，很适合那些对噪声要求很高的车辆。

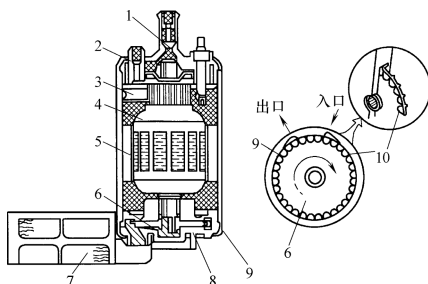


图 1-152 涡轮式油泵结构

1—单向阀 2—卸压阀 3—电刷 4—电枢 5—磁极
6—涡轮 7—滤网 8—泵盖 9—壳体 10—叶片

1-237. 双级式燃油泵结构有何特点？

两个燃油泵（汽油发动机）都是双级轮叶式泵。第一级（前置级）泵从油箱的底部抽取燃油并将燃油送入储油器。这样可保证即使剩余燃油很少，也可以供油。第二级（主级）泵直接从储油器中抽取燃油。

在现代汽车上，电动燃油泵采用双级泵的结构形式并将其安装在油箱内的趋势日益明显。双级泵是由初级泵和主输油泵两者合成一个组件，由一只电动机驱动的结构，如图 1-153 所示。初级泵采用的是侧槽泵，它能分离吸油端产生的蒸气，并以较低的压力将燃油送到主输油泵内。

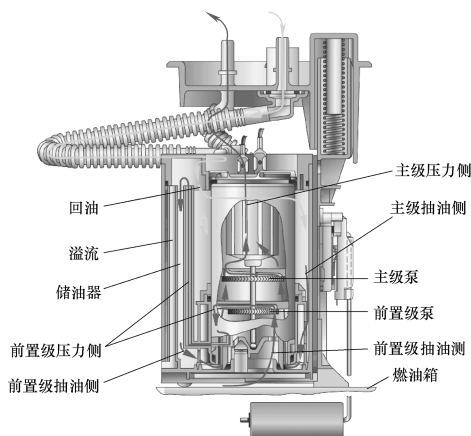


图 1-153 双级油泵结构图

1-238. 奥迪 A8 燃油箱结构有何特点？

燃油箱容积约为 90L。该油箱**采用双层不锈钢板并用等离子焊接制成**，汽油车和柴油车的油箱是一样的，如图 1-154 所示。加油管是一个单独部件，它焊接在油箱上。为了保证撞车安全性，加油管的中部采用了波纹管形式。

1-239. 奥迪 A8 燃油箱内的浮子膨胀箱有何功能？

膨胀箱（容积约为 2L）的壳体是塑料的，如图 1-155 所示，它用夹子固定在油箱的上部壳体上。油箱内的膨胀箱内包含一个浮子式防翻阀和一个小抽油泵，该泵在车辆行驶过程中总是将膨胀箱内的燃油排空。浮子式防翻阀的主要功能如下。

- 1) 在翻车时关闭通向加油口的管路。
- 2) 在动态行车模式时关闭。
- 3) 如果由于油液晃动而造成膨胀箱内短时进油过多，那么阀内的浮子会浮起而关闭通向活性炭过滤器的管路，这可防止溢出的燃油进入活性炭过滤器。

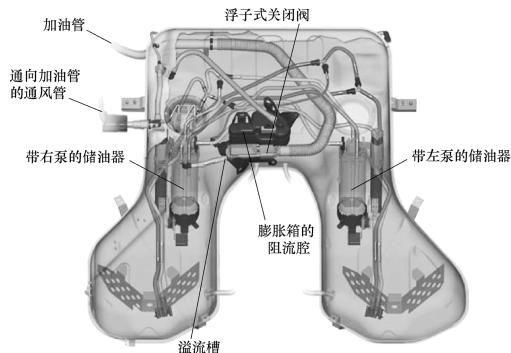


图 1-154 燃油箱结构图

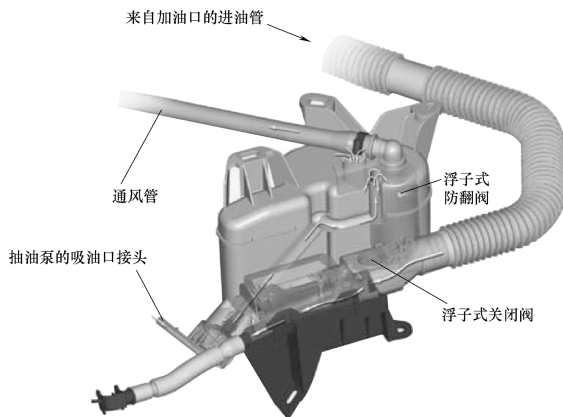


图 1-155 浮子膨胀箱结构图

1-240. ECU 控制的燃油泵是如何工作的?

蓄电池电源经主易熔线、熔体 (20A)、主继电器进入 ECU 的 +B 端子, 燃油泵控制 ECU 通过 FP 端子向燃油泵供电。**燃油泵控制 ECU 根据发动机 ECU 的 FPC 和 DI 端子的信号, 控制 +B 端子与 FP 端子的连通回路, 以改变输送给燃油泵的电压,** 从而实现对燃油泵转速的控制。当发动机高速、大负荷工作时, 发动机 ECU 的 FPC 端子向燃油泵控制 ECU 发出指令, 使 FP 端子向燃油泵提供 12V 的蓄电池电压, 燃油泵以高速运转。当发动机低速、小负荷工作时, 发动机 ECU 的 DI 端子向燃油泵控制 ECU 发出指令, 使 FP 端子向燃油泵提供较低的电压 (一般为 9V), 燃油泵以低速运转。ECU 的 +B 端子和 FP 端子, 分别由导线与诊断座上的相应端子相连, 以便于对燃油泵进行检查, 如图 1-156 所示。

1-241. 如何利用串联电阻控制油泵的转速?

电阻器式油泵转速控制电路**在油泵控制电路中增设一个电阻器 (降压电阻) 和油泵控制继电器** (或叫电阻器旁路继电器), 对油泵转速进行两级控制 (高速、低速)。发动机工作时, ECU 根据发动机转速和负荷, 对油泵控制继电器进行控制, 油泵控制继电器则控制电阻器是否串入油泵电路中, 以此控制电源加到油泵电动机上的不同电压, 从而实现油泵转速变化, 如图 1-157 所示。

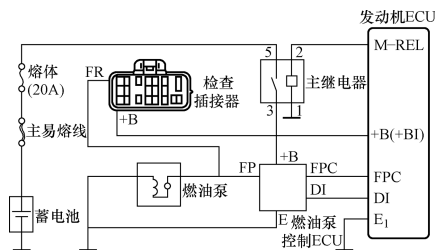


图 1-156 ECU 控制的燃油泵电路图

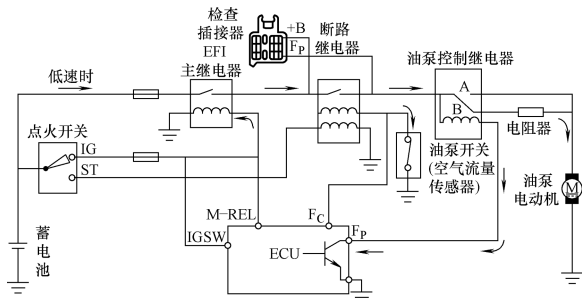


图 1-157 电阻式油泵转速控制电路图

发动机在低速或中小负荷下工作时, 油泵控制继电器触点 B 闭合, 电阻器串入油泵电路中, 油泵以低速运转。当发动机处于高转速、大负荷下工作时, ECU 输出信号, 切断油泵控制继电器线圈电路, 使继电器触点 A 闭合, 此时电阻器被旁路, 油泵电动机直接与电源相通, 油泵处于高速运转。



1-242. 如何利用油泵 ECU 控制油泵转速?

油泵 ECU 对油泵转速 (泵油量) 的控制, 是通过控制加到油泵电动机上的电压来实现的。当发动机在起动阶段或高转速、大负荷下工作时, 发动机 ECU 向油泵 ECU 的 FPC (油泵控制) 端输入一个高电平信号, 此时油泵 ECU 的 FP 端向油泵电动机供应较高的电压 (相当于蓄电池的电压), 使油泵高速运转。发动机起动后, 在怠速或小负荷下工作时, 发动机 ECU 向油泵 ECU 的 FPC 端输入一较低电平信号, 此时 ECU 的 FP 端向油泵电动机供应低于蓄电池的电压 (约 9V), 使油泵低速运转, 如图 1-158 所示。

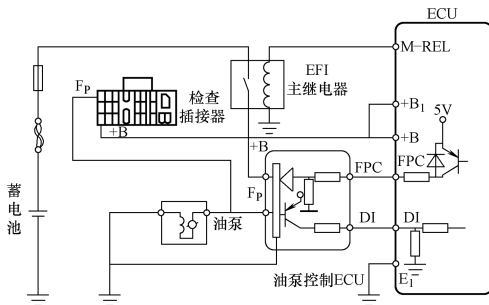


图 1-158 油泵 ECU 控制电路

当发动机的转速低于最低转速 (120r/min) 时, 油泵 ECU 断开油泵电路, 使油泵停止工作, 尽管此时点火开关处于接通状态, 油泵也不工作。发动机 ECU 与油泵 ECU 间的连接线 DI, 为油泵 ECU 的故障诊断信号电路。

1-243. 如何利用发动机 ECU 直接控制油泵转速?

发动机工作时, 发动机 ECU 原则上根据燃油消耗量、需要的回油量和供油装置的温度等, 通过内部的 IC, 控制功率晶体管 VT 进行高频率 (约 20kHz) 的导通和截止, 控制 A 点的平均降压值 (分压值), 使油泵保持在所需的工作电压, 如图 1-159a 所示。油泵工作电压与发动机负荷成正比变化。发动机 ECU 在进行实际控制时, 油泵的工作电压主要随发动机转速和喷油脉宽变化而变化, 如图 1-159b 所示。图中的二极管 VD 为反馈二极管, 在功率晶体管 VT 工作中截止的瞬间, 反馈电流经过二极管构成回路, 此时不仅可以平缓工作电流, 也可节省电功率。随着发动机功率的增大, 油泵的泵油量也必然增大, 因而导致油泵消耗的电功率和油泵的噪声都比较大。利用发动机 ECU 直接控制油泵的工作电压 (驱动电压) 进而控制油泵的转速, 可以减少电能消耗, 油泵运转噪声也降低很多。

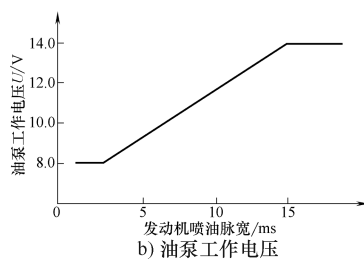
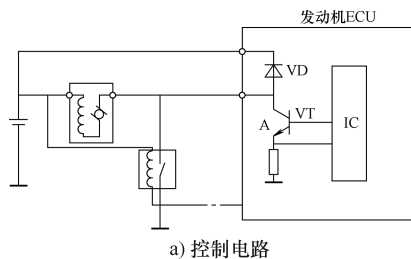


图 1-159 ECU 直接控制式油泵控制电路

1-244. 燃油分配管的功用和结构是什么?

燃油分配管又称为供油总管或油架, 一般用铝合金制成圆形管状或方形管状, 用螺栓固定安装在发动机进气歧管上部, 如图 1-160 所示。其功用是 固定喷油器和燃油压力调节器, 并将汽油分配给每只喷油器。燃油分配管在燃油分配管与喷油器连接处制有小孔, 以便将燃油分配到每只喷油器。有的车型配备的发动机, 其燃油分配管上制作有连接燃油表的接口 (燃油压力塞), 以便测量燃油压力。

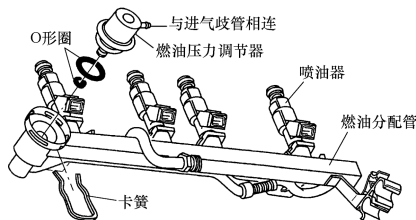


图 1-160 燃油分配管



1-245. 燃油压力调节器的功用和结构是什么?

(1) **功用** 燃油压力调节器的主要功用是使系统油压(即供油总管内油压)与进气歧管压力之差保持常数,一般为 $50 \sim 300\text{kPa}$ 。这样,从喷油器喷出的燃油量便唯一地取决于喷油器的开启时间,即 ECU 提供给电磁喷油器电信号的时间长度(简称喷油脉宽),单位为 ms。

(2) **结构** 燃油压力调节器通常安装在燃油总管上,其结构如图 1-161 所示,金属外壳的内部被膜片分割为弹簧室和燃油室。其中,弹簧室内装有一个带预紧力的螺旋弹簧作用在膜片上,并通过一根软管与发动机进气歧管相通,而燃油室直接与燃油总管相通。因此,膜片下方燃油室一侧承受燃油总管油压,即系统油压,而另一侧则受进气歧管负压与弹簧压力的合力作用。

新型汽车都采用无回油管式燃油供给系统,它不易产生气阻。由于这种系统取消了压力调节器,因此在油泵总成上加装了控制油压的压力控制器,如图 1-162 所示。

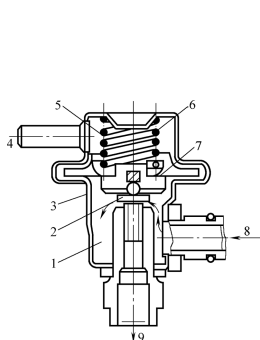


图 1-161 燃油压力调节器

- 1—燃油室 2—出油阀 3—壳 4—真空接口
5—弹簧室 6—弹簧 7—膜片
8—进油口 9—出油口

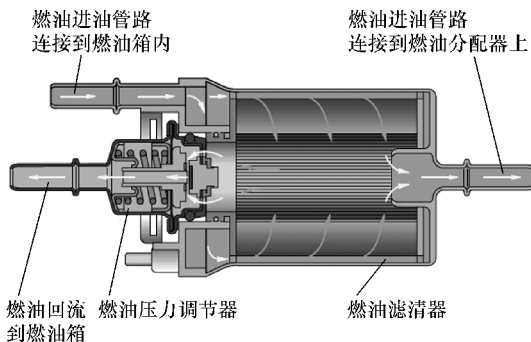


图 1-162 大众无回油管系统油泵和压力控制器

1-246. 喷油器有何结构? 有哪几种类型?

(1) **结构** 由喷油器外壳、喷油嘴、针阀、套在针阀上的衔铁以及根据喷油脉冲信号产生电磁吸力的电磁线圈组成,如图 1-163 所示。电磁线圈通电时,产生磁场吸动衔铁上移,衔铁带动针阀从其座面上升约 0.1mm ,燃油从精密环形间隙中流出。为使燃油充分雾化,针阀前端磨出一段喷油轴针。喷油器吸动及下降时间为 $1 \sim 1.5\text{ms}$ 。

(2) **类型** 按结构分有轴针式、球阀式、片阀式;按线圈的阻值不同可分为低阻型喷油器 ($2 \sim 5\Omega$)、高电阻型喷油器 ($12 \sim 18\Omega$)。

1-247. 球阀式和片阀式喷油器结构有何特点?

球阀式的阀针是由钢球、导杆和衔铁用激光束焊接成整体制成的,其质量减轻到只有普通轴针式阀针的一半,这是采用短的空心导杆实现的。为了保证密封,轴针式阀针必须有较长的导向杆,而球阀具有自动定心作用,无须较长的导向杆。因此,球阀式的阀针质量轻,且具有较高的密封能力,明显优于轴针式针

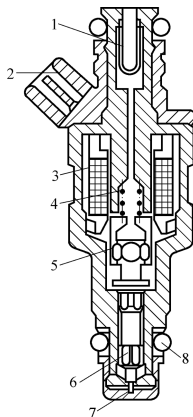


图 1-163 轴针式喷油器

- 1—进油滤网 2—线束插接器
3—电磁线圈 4—回位弹簧
5—衔铁 6—针阀
7—轴针 8—密封圈



阀，如图 1-164 所示。

与轴针式喷油器相比，片阀式喷油器内部结构的主要特点是质量轻的阀片和孔式阀座，它们与磁性优化的喷油器总成结合起来，使喷油器不仅具有较大的动态流量范围，而且抗堵塞能力较强，如图 1-165 所示。

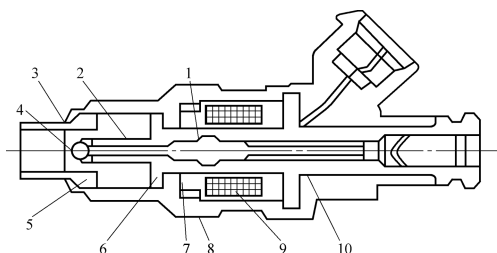


图 1-164 球阀式喷油器

- 1—弹簧 2—阀针 3—阀座 4—喷孔 5—护套
6—挡块 7—衔铁 8—喷油器体
9—电磁线圈 10—盖

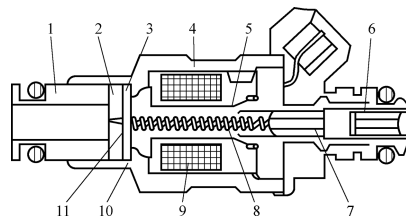


图 1-165 片阀式喷油器结构

- 1—喷嘴套 2—阀座 3—挡圈 4—喷油器体
5—铁心 6—燃油滤清器 7—调压滑阀
8—弹簧 9—磁化线圈 10—限位阀
11—阀片

1-248. 喷油器的控制电路图是怎样的？

发动机电子控制单元（ECU）可通过控制喷油器的电源或接地来实现对喷油器的控制，控制电路如图 1-166 所示。在发动机工作时，ECU 根据各种传感器输入的信号，确定合适的喷油时刻和喷油脉冲宽度，并向喷油器提供接地信号使喷油器开始喷油，切断接地信号使喷油器停止喷油。

1-249. 喷油器的驱动方式有哪几种？

喷油器的驱动方式可分电流式驱动电路和电压驱动两种，如图 1-167 所示。电流驱动方式只适用于低阻值喷油器，电压驱动方式对高阻值喷油器和低阻值喷油器均可使用。

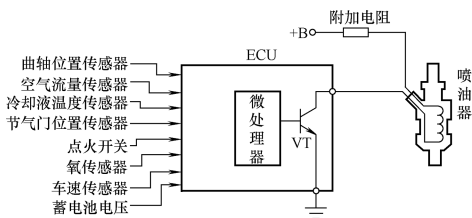


图 1-166 喷油器控制电路图

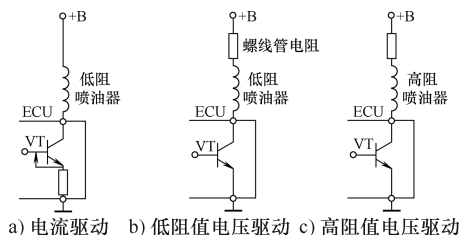


图 1-167 喷油器驱动方式

1-250. 何谓喷油器电流驱动？

电流驱动是指发动机电子控制单元（ECU）开始用一个较大的电流（8A）使电磁线圈产生较大的吸力，保证喷油器具有良好的响应性，然后再用较小的电流（2A）使针阀保持在开启状态，以防止喷油器线圈发热，减少功率消耗。在电流驱动回路中无附加电阻，低电阻喷油器直接与蓄电池连接，如图 1-168 所示。

1-251. 何谓喷油器电压驱动？

电压驱动是指通过控制喷油器的工作电压来控制喷油器工作，控制电路如图 1-169 所示。在电压驱动回路中，使用高电阻喷油器时可将蓄电池电压直接加在喷油器上；而使用低电阻喷油器时，必须在回路中加入附加电阻，将蓄电池电压分压后加在喷油器上，防止电磁线圈电流过大，发热而烧坏。一般来说，电流驱动喷油器的迟滞时间（无效喷射）最短，其次为电压驱动低电

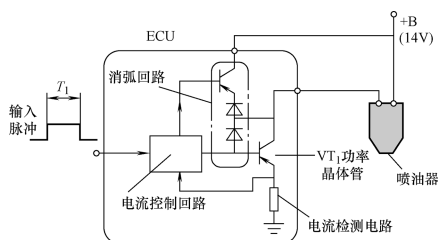
**阻值型，电压驱动高电阻值型最长。**

图 1-168 电流驱动控制电路

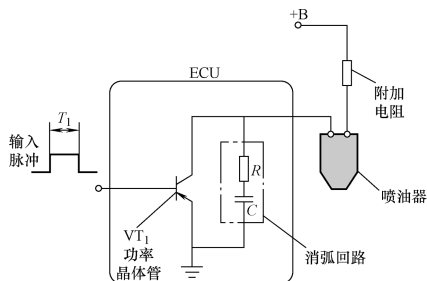


图 1-169 电压驱动控制电路图

1-252. 何谓喷油正时?

喷油正时就是喷油器何时开始喷油，具体地说，是指喷油器开始喷油时活塞所处的行程和距上止点的曲轴转角。对于采用多点燃油喷射系统的发动机来说，按照喷油时刻与曲轴转角的关系，可分为同步喷射和异步喷射。同步喷射是指喷射与发动机曲轴转动同步，在固定的活塞行程和距上止点曲轴转角位置时进行喷射。异步喷射与曲轴转角位置无关，主要取决于发动机工况，如发动机冷起动和急加速时的临时性喷射。根据燃油喷射时序不同，同步喷射又可分为同时喷射、分组喷射和顺序喷射三种类型，它们对喷油正时的要求各不相同。

1-253. 何谓顺序喷射?

顺序喷油是指各缸喷油器按照发动机的点火顺序，依次在最合适的曲轴转角位置进行燃油喷射。由于各缸喷油器独立喷油，因此也叫独立喷射，控制电路如图 1-170a 所示。各缸喷油器分别由 ECU 的一个功率放大电路控制，功率放大器电路的数量与喷油器的数目相等。

当发动机转动时，ECU 便按喷油器 1-3-4-2 (4 缸机) 或 1-5-3-6-2-4 (6 缸机) 的顺序控制功率晶体管导通与截止，当功率晶体管导通时，喷油器电磁线圈电路接通，喷油器阀门开启喷油。在顺序喷射系统中，发动机工作一个循环 (曲轴转两圈)，各缸喷油器轮流喷油一次，喷油正时关系如图 1-170b 所示。

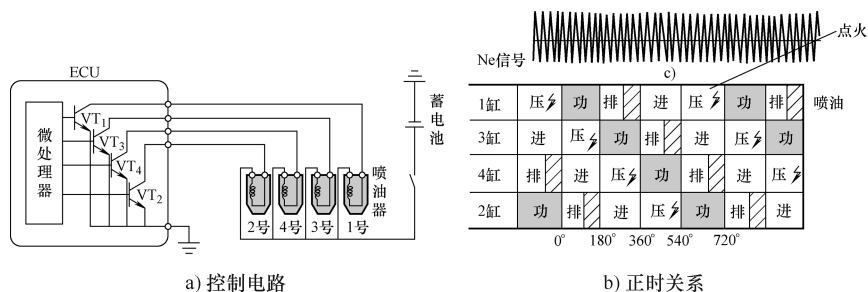


图 1-170 顺序喷射控制电路与正时关系

ECU 根据曲轴位置信号、判缸信号，确认该缸处于排气行程且活塞运动至上止点前某一位置时，便输出喷油控制指令，接通喷油器电磁线圈的接地电路，该缸喷油器即开始进行燃油喷射。在多点顺序喷射系统中，喷油顺序与点火顺序同步，点火时刻在压缩上止点前开始，喷油时刻在排气上止点前开始。

1-254. 如何卸除燃油供给系统的压力?

为了使汽油喷射发动机便于再次起动，在发动机熄火后，燃油系统内仍保持有较高的保持压力。在拆卸燃油系统内任何元件时，都必须首先释放燃油系统压力，以免系统内压力油喷出，造



成人身伤害或火灾。燃油系统压力卸除的方法如下：

- 1) 松开油箱上的加油盖，释放油箱中的蒸气压力。
- 2) 起动发动机，维持怠速运转，在运转中拔去燃油泵继电器或熔丝，也可拔下燃油泵导线插头，直至发动机自行熄火。
- 3) 再次起动发动机 3~5 次，利用起动喷射卸除油管中残余压力。
- 4) 关闭点火开关，装上油泵继电器、熔丝或电动油泵导线插头。

1-255. 如何检测燃油供给系统燃油压力？

通过检测燃油系统压力，**可诊断燃油系统是否有故障，进而根据检测结果确定故障性质和部位。**检测时需用专用油压表和管接头，检测方法如下：

- 1) 卸除燃油系统的压力。
- 2) 安装汽车专用燃油压力表。拆下蓄电池负极接地线，安装汽车专用燃油压力表（量程为 1MPa），**压力表一般安装于汽油滤清器的出油口或燃油分配管的进油口处**，带测压口的车辆可将燃油压力表连接至测压口处。重新装复蓄电池负极接地线、电动燃油泵继电器和电动燃油泵导线插头，如图 1-171 所示。

3) 检测静态油压。拔下电动燃油泵继电器，用导线将电动燃油泵继电器供电端子短接；打开点火开关但不起动发动机，使电动燃油泵运转，此时的燃油压力应符合技术要求，**一般应在 300kPa 左右摆动**（油压调节器的工作使得油压表指针摆动）。

静态油压偏高多是由于回油管变形或油压调节器损坏造成的。应先仔细检查回油管，变形的油管会阻碍燃油的流动，导致静态油压升高。若回油管完好，应更换燃油压力调节器。静态油压偏低多是由于油泵进油滤网脏堵、电动燃油泵内部磨损、电动燃油泵限压阀损坏、燃油滤清器脏堵、燃油压力调节器调压弹簧过软或喷油器喷孔卡滞常喷油造成的。可更换燃油滤清器试一下，若油压没有恢复正常，则继续下述检测步骤，找出故障确切位置。

4) 检测怠速工作压力。发动机怠速运转时油压表读数即为燃油供给系统的怠速工作压力，一般应符合车型技术规定。怠速工作油压偏高多是由于燃油压力调节器真空管错装、漏装或漏气造成的，此时**应先检视真空管安装是否正确、是否存在漏气部位，必要时予以更换。**检测怠速工作压力时，拔下真空管时油压应上升至 300kPa，与节气门全开时的加速油压基本相等，否则应更换燃油压力调节器。

5) 检测急加速压力。急加速至节气门全开时油压表读数即为燃油供给系统的急加速油压，**一般急加速时油压应迅速由怠速工作时的 110kPa 上升至 300kPa**，或符合车型技术规定。

6) 检测油泵最大供油压力。在发动机怠速运转时，用包有软布的钳子将回油软管夹住，此

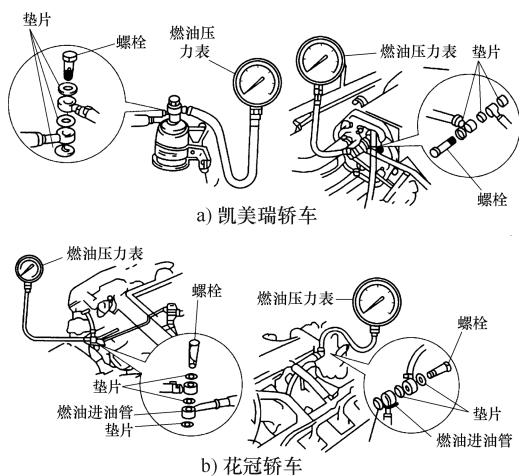


图 1-171 燃油压力表的连接



时油压表读数即为油泵最大供油压力。其值应符合车型技术要求，一般为工作油压的 2~3 倍，即 500~750kPa。

7) 检测调节压力。在发动机怠速运转时，将油压调节器真空管拆开，燃油系统升高后的油压与怠速工作油压的差值，应符合车型技术规定，一般为 28~70kPa。

8) 检测燃油供给系统保持压力。松开油管夹钳，恢复静态油压，取下油泵继电器跨接线使油泵停止运转，并等待 30min，此时油压表读数即为燃油供给系统保持压力，应符合车型技术规定。

● 1-256. 何时更换燃油滤清器？

燃油滤清器可把含在燃油中的氧化铁、粉尘等固体杂物除去，防止燃油系统堵塞，减少机械磨损，确保发动机稳定运行，提高可靠性。

每 7500~1.5 万 km 更换或参考维修手册。如果使用不纯净的燃油，应及时更换。

● 1-257. 如何更换燃油滤清器？

1) 释放燃油系统的压力，避免松开油管时大量燃油喷出造成人身伤害、火灾和燃油的浪费。释放燃油系统压力的方法一般是先拔掉燃油泵继电器或熔断丝，起动发动机两三次，使燃油管路中的燃油压力完成释放，关闭点火开关。

2) 从输油管路中卸下燃油滤清器，不同车系燃油滤清器与输油管的拆卸方法不同。

3) 安装燃油滤清器的步骤与拆卸步骤相反。更换时要注意安装牢靠，燃油滤清器上箭头指示方向是燃油流动方向，不能装反。

1-258. 热线式空气流量传感器结构有何特点？

热线式空气流量计由铂金热线、温度补偿电阻（冷线）、取样管、控制电路板、防护网及插接器组成，如图 1-172 所示。热线是一根直径约为 0.07mm 的铂金丝，它装在取样管内的支承环上，其阻值随温度变化而变化，当传感器工作时，它能被控制电路提供的电流加热到 120℃ 左右，因此称为热线；取样管由一个热线支承环和两个塑料护套组成，它置于空气流量传感器主空气道的中央，两端有防护网，防护网通过卡箍固定在流量传感器的壳体上；温度补偿电阻（冷线）安装在热线附近，且靠近进气口一侧，当传感器工作时，控制电路向其提供一个电流使其温度始终低于热线温度 100℃，这样冷线温度可以起到参考标准的作用，使进气温度的变化不会影响到热线测量进气量的精度；控制电路板上的插座与发动机的 ECU 相连，用于输入信号。

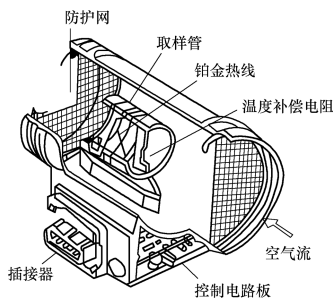


图 1-172 热线式空气流量传感器结构（主流测量式）

1-259. 热线式空气流量传感器是如何工作的？

热线式空气流量传感器的基本原理如图 1-173 所示。安装在控制电路板上的精密电阻 R_A 和电桥电阻 R_B 与热线电阻 R_H 及温度补偿电阻 R_K 组成了惠斯顿电桥。热线电阻 R_H 放在进气道内，当进气气流流经它时，其热量被流过的空气吸收，使热线变冷，且空气流量增大时，被带走的热量也增加。热线式空气流量传感器就是利用热线与空气之间的这种热传递进行空气流量测定的。



热线式空气流量传感器由于热线表面与空气直接接触,在使用一段时间后,热线表面易受空气尘埃玷污,其热辐射能力降低将会影响传感器的测量精度,因此控制电路设置有“自洁电路”以实现自洁功能。每当发动机熄火后,微机将控制自洁电路接通,将热线加热到 1000°C 左右,并持续约 1s 的时间,从而将粘附在热线上的尘埃烧掉。另一种防止热线玷污的方法是将热线的保持温度提高,一般保持温度设在 200°C 以上,以便烧掉粘附的污物。

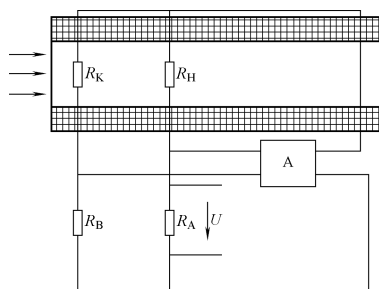


图 1-173 热线式空气流量传感器原理

A—混合集成电路 R_H —热线电阻 R_K —温度补偿电阻 R_A —精密电阻 R_B —电桥电阻

1-260. 如何检测热线式空气流量传感器?

新款上海别克轿车采用热线式空气流量传感器,其使用热线电阻式元件,该元件与温度补偿电阻、精密电阻、电桥电阻及环境温度传感器共同组成惠斯顿电桥。热线式空气流量传感器为三导线型(A为空气流量传感器信号端子、B为接地端子、C为电源电压输入端子)。传感器与ECU的连接电路如图1-174所示。

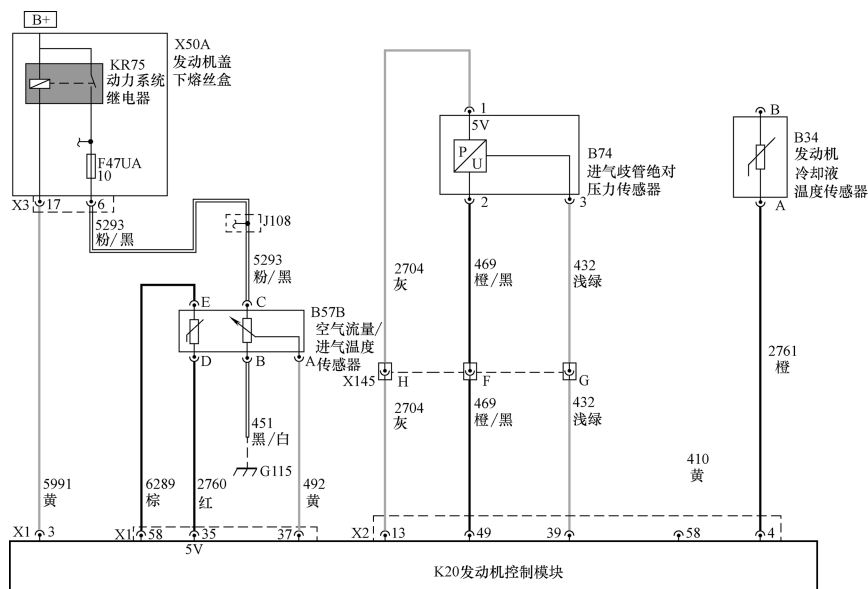


图 1-174 空气流量传感器与 ECU 的连接电路

对热线式空气流量传感器进行检测时,应主要检测空气流量传感器的输出信号电压。首先关闭点火开关,拔下传感器插接器。然后将点火开关转至 ON,但不启动发动机。用数字万用表电压档测量空气流量传感器信号端子和接地端子间的电压,即 A 端子与 B 端子间的电压,应为 5V 。当传感器输出电压正常时,可用吹风机向此传感器进气口吹风,其信号电压应随吹风量大小的变化而变化,且应符合标准规定值,否则,说明空气流量传感器已损坏,应当更换。



1-261. 热膜式空气流量传感器结构有何特点?

热膜式空气流量传感器内部的进气通道上设有一个矩形护套 (相当于取样套), 热膜电阻设在护套中。为了防止污物沉积到热膜电阻上影响测量精度, 在护套的空气入口一侧设有空气过滤层, 用以过滤空气中的污物。为了防止空气温度变化使测量精度受到影响, 在热膜电阻附近的气流上游设有铂金属膜式温度补偿电阻。温度补偿电阻和热膜电阻与传感器内部控制电路连接, 控制电路与线束插接器插座连接, 线束设在传感器壳体中部, 如图 1-175 所示。

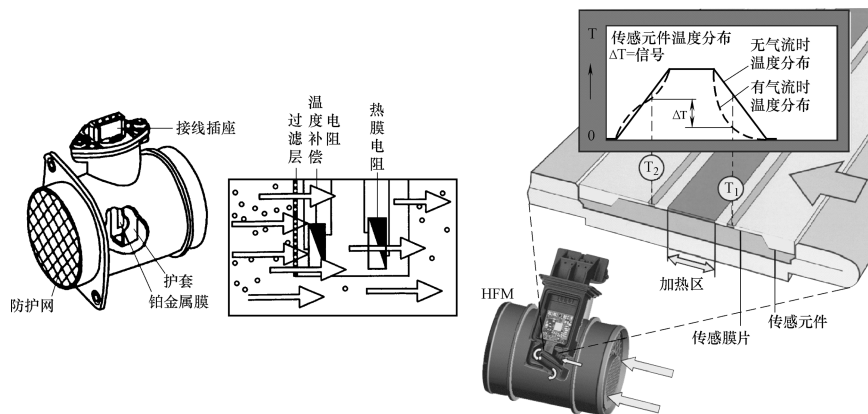


图 1-175 热膜式空气流量传感器结构及内部元件

1-262. 热膜式空气流量传感器是如何工作的?

热膜式空气流量传感器与热线式空气流量传感器的工作原理大致一样。传感器的热膜电阻 R_H 、温度补偿电阻 R_T 、精密电阻 R_1 及 R_2 、信号取样电阻 R_s 在电路板上以惠斯顿电桥的方式连接, 如图 1-176 所示。当空气气流流经发热元件并使其受到冷却时, 发热元件即热膜电阻温度降低, 阻值减小, 电桥电压失去平衡, 控制电路将增大供给发热元件的电流, 使其温度保持高于温度补偿电阻温度一个固定值 (一般为 100°C)。电流增量的大小取决于发热元件受到冷却的程度, 即取决于流过传感器的空气量。当电桥电流增大时, 信号取样电阻 R_s 上的电压就会升高, 从而将空气流量的变化转化为电压信号 U_s 的变化。信号电压输入 ECU 后, ECU 可根据信号电压的高低计算出空气流量的大小。

当发动机怠速或空气为热空气时, 因为怠速时节气门关闭或接近全闭, 所以空气流速低, 空气量少; 又因空气温度越高, 空气密度越小, 所以在体积相同的情况下, 发热元件受到冷却的程度小, 阻值减小的幅度小, 所以电桥平衡需要的电流小, 如图 1-177 所示, 故信号取样电阻上的信号电压低。ECU 根据信号电压即可计算出空气量。

当发动机负荷增大或空气为冷空气时, 因为节气门开度增大, 空气流速加快使空气流量增大; 冷空气密度大, 在体积相同的情况下冷空气质量大, 所以发热元件受到冷却的程度增大, 阻值减小幅度大, 保持电桥平衡需要的电流增大, 因此当发动机负荷增大时, 信号电压升高。

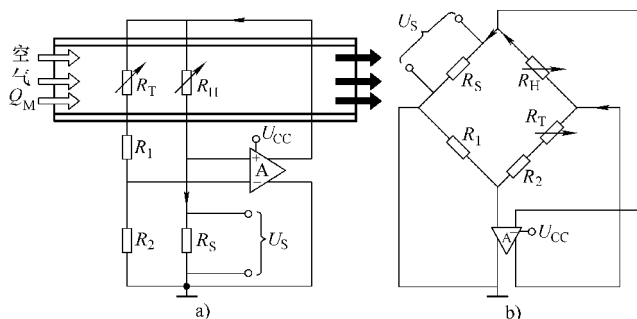


图 1-176 热膜式空气流量传感器电路

R_T —温度补偿电阻 R_H —热膜电阻 R_S —信号取样电阻

U_{CC} —电源电压 U_S —信号电压

A—控制电路

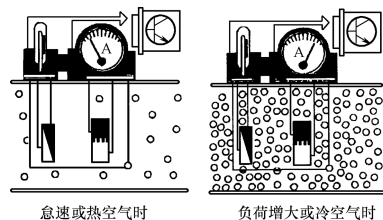


图 1-177 热膜式空气流量传感器的测量原理

1-263. 如何检测热膜式空气流量传感器?

桑塔纳 2000GSI, 捷达 GT、GTX 轿车均使用同一类型的热膜式空气流量传感器来计量发动机的进气量。热膜式空气流量传感器与 ECU 电路如图 1-178 所示。

(1) **热膜空气各插头的端子说明** 端子 1 为空脚；端子 2 为 12V 电源；端子 3 为负信号线；端子 4 由 ECU 提供 5V 电源；端子 5 为信号线。

(2) 检测传感器的供电电压及信号电压

1) 检测电源电压。关闭点火开关，拆下空气滤清器，打开点火开关，即置于“ON”位置不起动发动机。用万用表的电压档测量空气流量传感器插头中的 2 端子（正信号线）与接地线之间的电压值，应为蓄电池电压。然后用万用表测量插头 4 端子与接地间的电压，应为 5V。

2) 检测信号电压。关闭点火开关，拆下空气滤清器，打开点火开关，即置于“ON”位置不起动发动机。用万用表正表笔插入空气流量传感器 5 号端子线束中，负表笔插入 3 号端子（负信号线）的线束中。然后用电吹风（冷风档）向流量传感器空气入口吹气，观察信号电压的变化值。若信号电压不变化，说明空气流量传感器失效，应更换。标准值为 2.0~4.0V。

(3) **检测线束导通性（断路）**（图 1-179） 关闭点火开关，拔下空气流量传感器的插头，拔下电控单元的线束插接器，用万用表检测插头 3 端子与电控单元插接器的 12 端子间的电阻值，标准值应小于 1Ω。用万用表检测插头 4 端子与电控单元插接器 11 端子间的电阻值，标准值应小于 1Ω。用万用表检测插头 5 端子与电控单元插接器 13 端子间的电阻值，标准值应小于 1Ω。

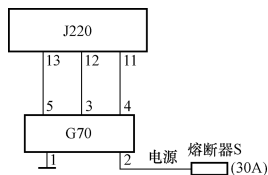


图 1-178 空气流量传感器与 ECU 之间的连接线束

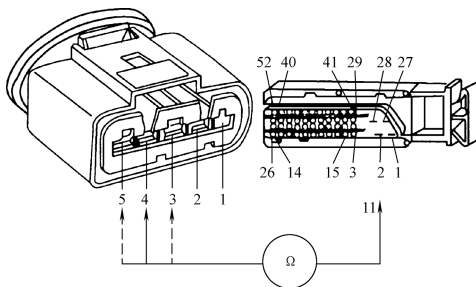


图 1-179 空气流量传感器插头与控制单元的导通性



1-264. 进气压力传感器结构有何特点?

半导体压敏电阻式进气压力传感器是利用半导体的压阻效应的原理制成的。主要由硅膜片、真空室、硅杯、底座、真空管接头和引线电极组成,其内部结构如图 1-180 所示。

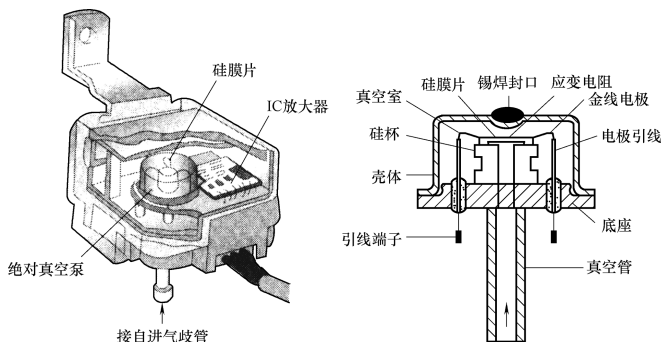


图 1-180 半导体压敏电阻式进气压力传感器的结构

1-265. 进气压力传感器有何功用?

进气歧管绝对压力传感器(也称进气压力传感器或 MAP)用在 D 型和缸内直喷汽油喷射系统(基本特点是以进气歧管压力和发动机转速为基本控制参数来控制喷油器的基本喷油量)中,根据发动机的负荷测出进气歧管内压力的变化,并通过电路的连接转化为电信号和转速信号一起输入给汽车电控单元(ECU),作为确定喷油器喷油量的基本依据。

1-266. 进气压力传感器有何结构特点?

进气压力传感器的种类较多,按其信号的产生原理可以分为电压型和频率型两种。电压型又可分为半导体压敏电阻式(电阻应变计式)和膜盒传动可变电感式;频率型又可分为电容式和表面弹性波式。其中以半导体压敏电阻式应用最多。

1-267. 进气压力传感器是如何工作的?

半导体压敏电阻的工作原理如图 1-181 所示。硅膜片一面通真空室,一面承受来自进气歧管中气体的压力,在此气体压力的作用下,硅膜片会产生变形,且压力越大变形越大。膜片上应变电阻的阻值在此压力的作用下就会发生变化,使传感器上以惠斯顿电桥方式连接的硅膜片应变电阻的平衡被打破。当电桥的输入端输入一定的电压或电流时,在电桥的输出端便可得到相应变化的信号电压或信号电流。因为此信号比较微弱,故采用了混合集成电路进行放大后输入给 ECU。

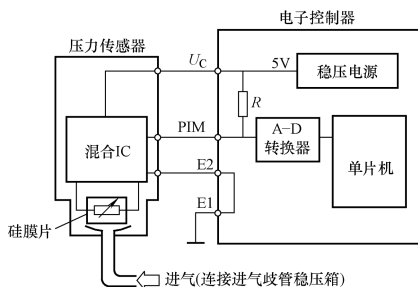


图 1-181 半导体压敏电阻的工作原理

1-268. 如何检测进气压力传感器?

本田轿车的进气压力传感器安装在节气门体进气管道上,也采用了利用半导体的压阻效应制成的半导体压敏电阻式压力传感器。其与 ECU 连接的电路如图 1-182 所示。

对于本田轿车的进气压力传感器,仍从电源电压、信号电压及连接线束的导通性等方面进行检测。检测方法如下:

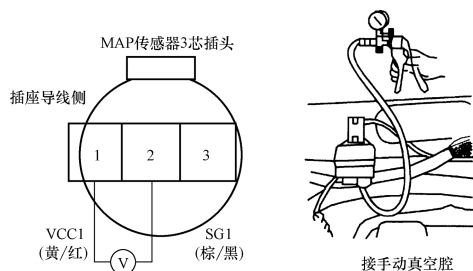


图 1-183 用万用表测量传感器 3 芯插头上的 1、2 两端子间的电压

(3) **检测 MAP 传感器的线束导通性** ①关闭点火开关。②拔下 ECU 的 C 插头。③拔下 MAP 传感器的 3 芯插头。④用万用表的电阻档分别测量 C19、C7、C17 与 3 芯插头 1、2、3 端子的导通性,如图 1-185 所示。⑤测量的各电阻标准值应小于 0.5Ω 。

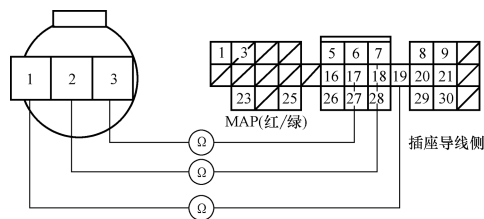


图 1-185 检测传感器的线束导通性

A pie chart with a black border, divided into four quadrants. Three quadrants are filled with solid black, and one quadrant (top-left) is white, representing 75%.

冷却液温度传感器不断地向 ECU 输入冷却液温度信号, 如果信号中断, 不能再确定冷却液温度, 会导致发动机在冷机或热机时起动困难、油耗增高、怠速不稳、排放升高。冷却液温度传感器接头端子号码为 T4y/3 和 T4y/4, 分别与 ECU 的负信号线和 T80/74 线相接。传感器的检测方法如下。

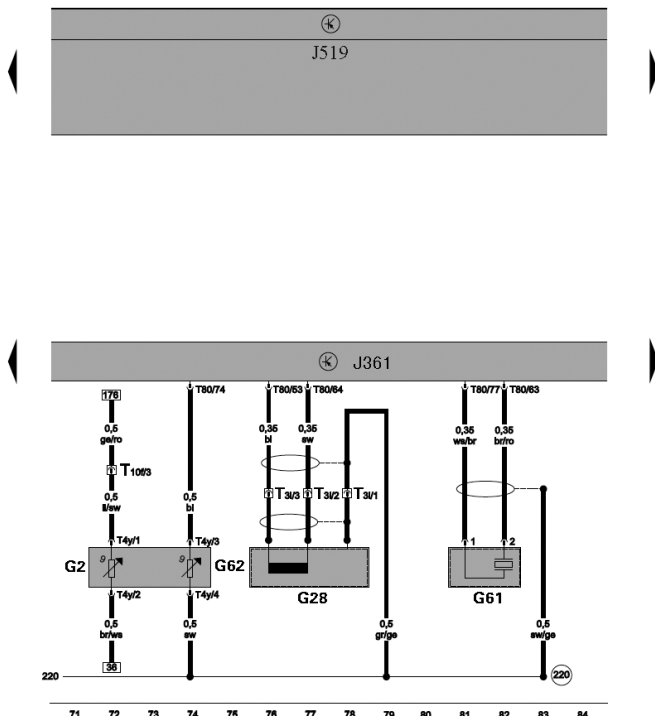


图 1-186 发动机控制单元、冷却液温度传感器、发动机转速传感器和爆燃传感器

G2—冷却液温度表传感器 G28—发动机转速传感器 G61—爆燃传感器 1 G62—冷却液温度传感器
J361—Simos 发动机控制单元 J519—E-BOX 控制单元 T3i—3 芯黑色插头连接
T4y—4 芯黑色插头连接 T10f—10 芯插头连接 T80—80 芯黑色插头连接
②—发动机线束内的接地连接（传感器接地）
ws = 白色 sw = 黑色 ro = 红色 br = 棕色 gn = 绿色 bl = 蓝色
gr = 灰色 li = 紫色 ge = 黄色 or = 橘黄色

(1) **检测电源电压** 拔下冷却液温度传感器插头，接通点火开关，测量 ECU 的 T80/74 与负信号端子之间的电压，应为 5V 左右。

(2) **检测传感器电阻值** 关闭点火开关，拔下冷却液温度传感器，将冷却液温度传感器放入盛满水的加热容器中。在不同的温度下，测量传感器两端子 T4y/3 和 T4y/4 的电阻值，应符合表 1-4 中的规定值。如果测量结果不符，则传感器已损坏，应进行更换。

表 1-4 捷达轿车冷却液温度传感器电阻值与温度之间的关系

温度/℃	电阻/Ω	温度/℃	电阻/Ω
10	3500	60	575
20	2500	70	425
40	1250	80	325
50	970	100	200



1-270. 滑动电阻式节气门位置传感器结构有何特点?

滑动电阻式节气门位置传感器为3线式传感器,其中两个端子处于电阻的两端,并作为电源端子和搭铁端子由发动机ECU提供5V电压,第三个端子连接于滑动触点,节气门轴与触点(或称触头)联动,节气门转动时,滑动触点可在电阻上移动,引起滑动触点电位的变化,利用电阻的变化将节气门位置信号转换成电压值。这个电压呈线性变化,所以也称为线性输出型节气门位置传感器。根据这个线性电压值,ECU可感知节气门的开度,使ECU进行喷油量修正。图1-187所示为滑动电阻式节气门位置传感器的安装位置、线路连接和输出特性。

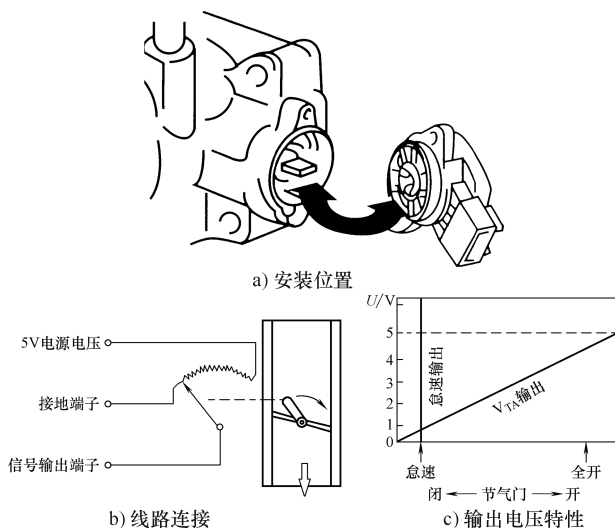


图 1-187 滑动电阻式节气门位置传感器的安装位置、线路连接和输出特性

1-271. 双可变电阻式节气门位置传感器结构有何特点?

爱丽舍 1.6L 轿车装备的 16 气门 TU5JP4 型发动机采用了博世公司电喷系统的智能电子节气门。电子节气门轴上的双轨道节气门位置传感器用来监控节气门准确开度,节气门位置传感器(2 个电位计)的滑片与节气门同轴。当节气门转动时,电位计滑片同步转动,当加上 5V 工作电压后,变化的电阻转化为电压输出信号,电位计的输出电压随节气门的位置变化而改变,可使控制单元准确知道节气门的开度。由于两个电位计是反相安装,因此**当节气门位置发生变化时,两路信号电压均线性变化,其中一个增加,同时另一个减小。**图 1-188 所示是电子节气门位置传感器端子布置,图 1-189 所示是反相输出电压。

综合式节气门位置传感器和双可变电阻式节气门位置传感器的检测,都可以依照滑动电阻式节气门位置传感器的方法来进行。

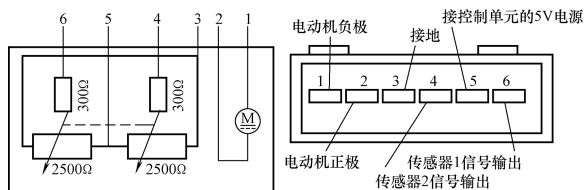


图 1-188 电子节气门位置传感器端子布置

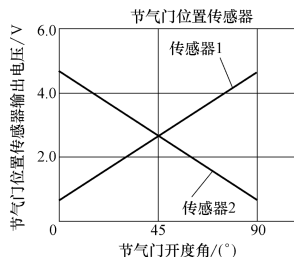


图 1-189 两路传感器的反相输出

1-272. 霍尔式节气门位置传感器结构有何特点?

在三菱格兰迪车电子节气门系统中,使用双霍尔式线性节气门位置传感器。位于节气门体的节气门位置传感器的功能是测量节气门的位置,向发动机 ECU 输出与节气门转角成正比的电



压信号。根据该传感器输出的电压，发动机 ECU 控制节气门控制伺服电动机进行反馈控制。

非接触式的霍尔传感器**包括一个固定在踏板轴上的永磁铁、一个输出电压与磁通量成正比的线性霍尔集成电路，一个有效地将永磁铁的磁通量转入霍尔集成电路的定子。**内部构造如图 1-190 所示。

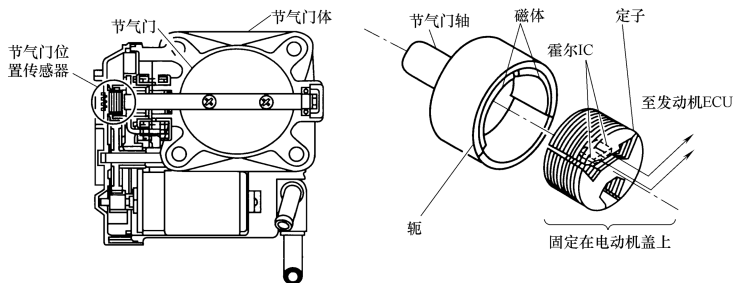


图 1-190 双霍尔式线性节气门位置传感器构造

1-273. 霍尔式节气门位置传感器是如何工作的？

当节气门全闭时，即如图 1-191a 所示，磁场方向向上，流入霍尔集成电路的磁通量最大，此时，节气门位置传感器电压输出最小。当节气门全开时，如图 1-191c 所示，磁场方向反向向下，流入霍尔集成电路的磁通量最大。此时，节气门位置传感器电压输出最大。当节气门半开时，即如图 1-191b 所示，磁通量为零。节气门位置传感器输出电压在中间值。

节气门位置传感器通过两个系统（主、副）输出，这就提高了系统测量故障的准确性，增强了故障保护功能，确保了可靠性。其输出特性如图 1-192 所示。

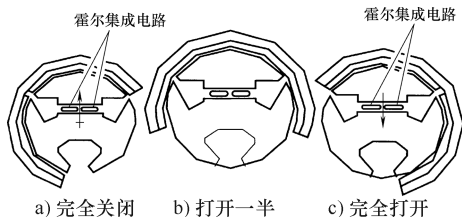


图 1-191 霍尔式节气门位置传感器的工作原理

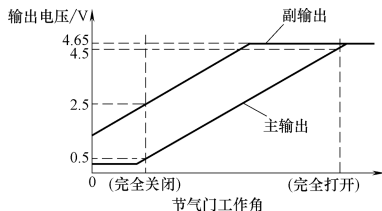


图 1-192 主、副传感器信号输出特性

1-274. 霍尔式加速踏板位置传感器结构有何特点？

大众霍尔式加速踏板位置传感器**无摩擦，寿命长**，整体式传感器**不需要进行强制低速档基本设定**。当未进行加速时，薄金属盘位于传感器的最初位置，此时传感器内相对运动，传感器信号电压最低。当踩下加速踏板时，在踏板机构元件的作用下，薄金属盘发生移动，切割磁场，传感器产生较大电压，移动位置越大，感应出的电压越高。其电压变化及结构如图 1-193 所示。

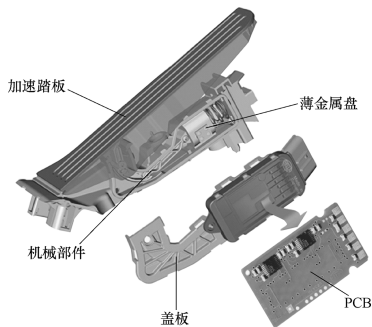


图 1-193 霍尔式加速踏板



1-275. 智能电子节气门控制系统加速踏板结构有何特点?

无触点型加速踏板位置传感器使用安装在加速踏板臂上的霍尔 IC。磁轭安装在加速踏板臂的底座上。磁轭根据施加在加速踏板上的作用力，绕着霍尔 IC 旋转，如图 1-194 所示。霍尔 IC 将磁通量变化转化为电信号，并以加速踏板信号的形式，将其输出至发动机 ECU。

第一章

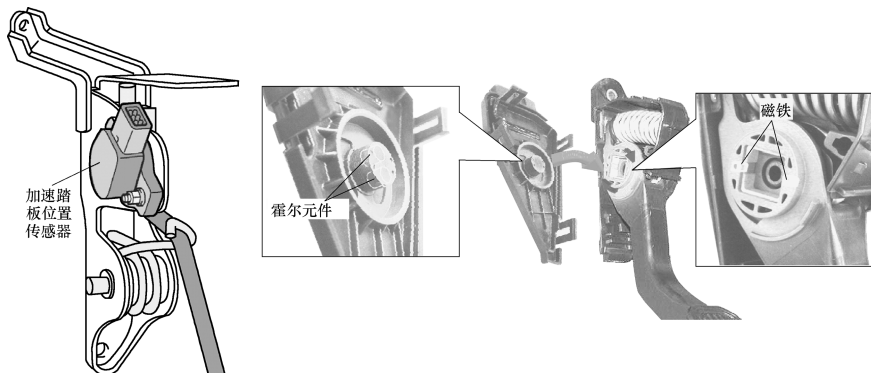


图 1-194 加速踏板结构图

霍尔 IC 含有两个电路，一个用于主信号，一个用于副信号。它将加速踏板位置（角度）转化为具有不同特性的电信号，并将其输出至发动机 ECU。

1-276. 智能电子节气门结构有何特点?

无触点型节气门位置传感器使用安装在节气门体上的霍尔 IC。霍尔 IC 被磁轭环绕，并将当时的磁通量变化转化为电信号，并以节气门作用力的形式将其输出至发动机 ECU，结构如图 1-195 所示。



图 1-195 节气门内部结构



1-277. 如何检测智能电子节气门?

霍尔 IC 含有分别用于主信号和副信号的电路, 它将节气门开度转化为具有不同特性的电信号, 并将其输出至发动机 ECU。电路如图 1-196a、图 1-196b 所示, 电压及电阻值检测见表 1-5、表 1-6。

表 1-5 节气门电压检测

节气门传感器	电 压	
	VTA-E2	VTA2-E2
松开/V	0.4~1.0	2.0~2.9
踩下/V	3.2~4.8	4.6~5.0

表 1-6 节气门电阻检测

节气门传感器	电 阻	
	VC-E2	VTA-E2
全开	1.2~3.2k Ω	1.2~3.2k Ω
	2.5~5.9k Ω	2.0~10.2k Ω

1-278. 如何检测大众电子节气门位置传感器?

(1) **节气门位置传感器 G187、G188 的检查** 将 VAS5052 连接到诊断座上, 起动发动机, 输入发动机电控系统, 选择功能“读测量数据块”。显示区 1 显示节气门位置传感器 1-G187 的开度百分比, 规定值为 3%~93%; 显示区 2 显示节气门位置传感器 2-G188 的开度百分比, 规定值为 97%~3%; 显示区 3 显示加速踏板位置传感器 1-G79 的开度百分比, 规定值为 12%~97%; 显示区 4 显示加速踏板位置传感器 2-G185 的开度百分比, 规定值为 4%~49%。怠速时显示区 1 至显示区 3 的值为 8%~18%, 显示区 4 为 3%~13%。慢慢将加速踏板踩到底, 显示区 1 节气门位置传感器 G187 的百分比值应均匀升高, 范围为 3%~93%, 而显示区 2 节气门位置传感器 G188 的百分比值应均匀降低。如果达不到上述要求, 则检查节气门控制部件的供电及导线, 尤其要注意插头是否松动或锈蚀。如果供电及导线正常, 则更换节气门控制部件。

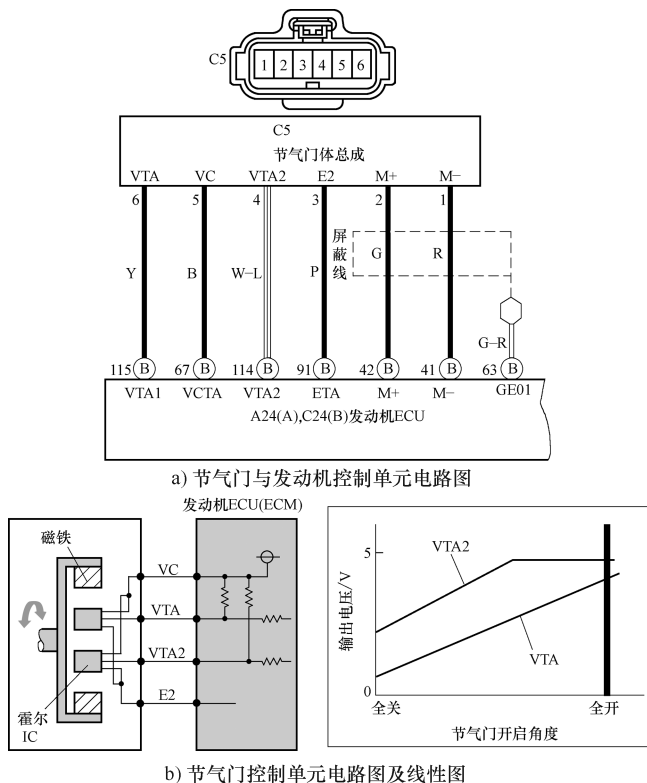


图 1-196 节气门电路图及线性图



(2) **节气门控制部件供电和导线的检查** 拔下节气门控制部件插头, 打开点火开关, 用万用表测量插头 T6X/2 + T6X/1、T6X/2 + T6X/4、T6X/2 + T6X/6 搭铁电压值, 应约为 5V, T6X/3 (正) + T6X/5 (负) 应约为 5V。若达不到上述要求, 按照电路图如图 1-197 所示。**检查节气门控制部件插头 6 个端子至发动机控制单元相应端子之间的导线是否断路, 然后检查导线相互之间是否导通 (导线最大阻值为 1.5Ω)**

1-279. 如何检测大众加速踏板位置传感器 G79 和 G185?

将 VAS5052 连接到诊断座上, 起动发动机, 进入发动机电控系统, 选择功能“读测量数据块”。慢慢将加速踏板踩到底, **同时注意显示区 3 和 4 的百分比值, 应均匀升高, 并且显示区 3 中的显示值应是显示区 4 的 2 倍。**如果显示值没有达到此要求, 则继续进行下一步检查。拆下驾驶人侧杂物箱, 拔下加速踏板位置传感器插头。打开点火开关, 测量插头端子 T6h/1 和 T6h/5 之间电压, 应约为 5V, T6h/2 和 T6h/3 应约为 5V。按电路图 1-198 所示检查加速踏板位置传感器插头各端子至发动机控制单元线束端子之间的导线是否断路, 然后检查导线相互之间是否导通。打开点火开关, 松开加速踏板 G79 正常电压值为 0.9 ~ 1.2V, 完全踩下电压值应大于 4V。打开点火开关, 松开加速踏板 G185 正常电压值为 0.4 ~ 1.0V, 完全踩下电压值应大于 3.6V。如果导线无故障, 则更换加速踏板位置传感器。

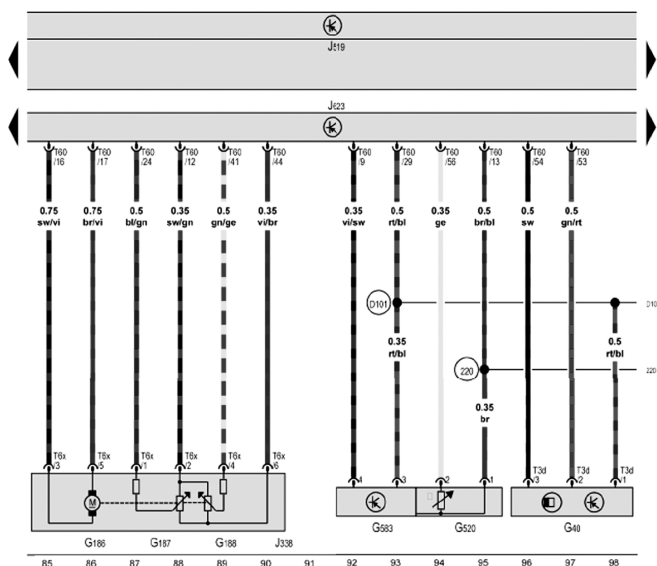


图 1-197 电子节气门控制电路图

G40—霍尔传感器 G186—电控节气门操纵机构的节气门驱动装置 G187—电控节气门操纵机构的节气门驱动装置角度传感器 1 G188—电控节气门操纵机构的节气门驱动装置角度传感器 2 G520—进气温度传感器 3 G583—进气管压力传感器 3 J338—节气门控制单元 J519—车载电网控制器 J623—发动机控制单元, 排水槽内中部 T3d—3 芯插头连接 T6x—6 芯插头连接 T60—60 芯插头连接 20—接地连接(传感器接地), 在发动机导线束中 D101—连接 1, 在发动机舱导线束中

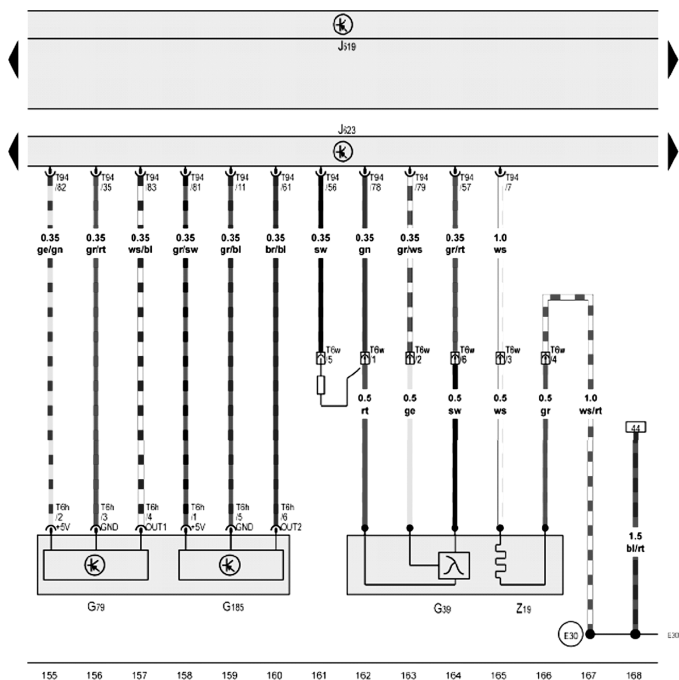


图 1-198 加速踏板电路图

G39—氧传感器 G79—加速踏板位置传感器 G185—加速踏板位置传感器 2 J519—车载电网控制器
J623—发动机控制单元, 排水槽内中部 T6h—6 芯插头连接 T6w—6 芯插头连接, 发动机舱内后部
T94—94 芯插头连接 Z19—氧传感器加热 E30—连接 (87a), 在发动机舱导线束中

1-280. 磁电感应式曲轴位置传感器结构有何特点?

磁电感应式曲轴位置传感器, 又称为磁脉冲式传感器、可变磁阻式传感器。它主要由导磁材料制成的信号转子、永久磁铁、信号线圈等组成。传感器的位置是固定的, 软磁铁心与信号转子齿间隙必须保持一定间隙, 如图 1-199 所示。

1-281. 磁电感应式曲轴/凸轮轴位置传感器是如何工作的?

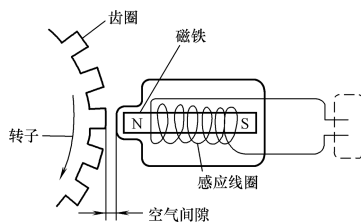


图 1-199 磁电感应式曲轴位置传感器结构

(1) **当信号转子凸齿靠近传感器时** 磁头与齿间隙逐渐缩小, 磁路中的磁阻逐渐减小, 传感器的磁场开始产生集中的现象, 磁场强度增大, 磁通量的变化率也逐渐增大, 因此产生一个逐渐增大的正的感应电动势。磁场的变化愈大, 则感应出的电压也愈强。其相对位置如图 1-200a 所示; 磁通量和感应电动势的变化如图 1-200g 的 $a-b$ 段所示。

(2) **当凸齿继续靠近磁头时** 磁通量仍在增大, 但磁通量的变化率减小, 因此产生一个正的、逐渐减小的感应电动势。其相对位置如图 1-200b 所示; 磁通量和感应电动势的变化如图 1-200g 的 $b-c$ 段所示。

(3) **当信号转子凸齿与传感器尖端对齐成一直线时** 磁头与齿间隙最小, 磁路中的磁阻最小, 磁场强度最强, 磁通量最大。但在该点磁场强度没有变化, 磁场变化率为 0, 所以感应电压和电流强度为 0。其相对位置如图 1-200c 所示; 磁通量和感应电动势的变化如图 1-200g 的 c 点所示。

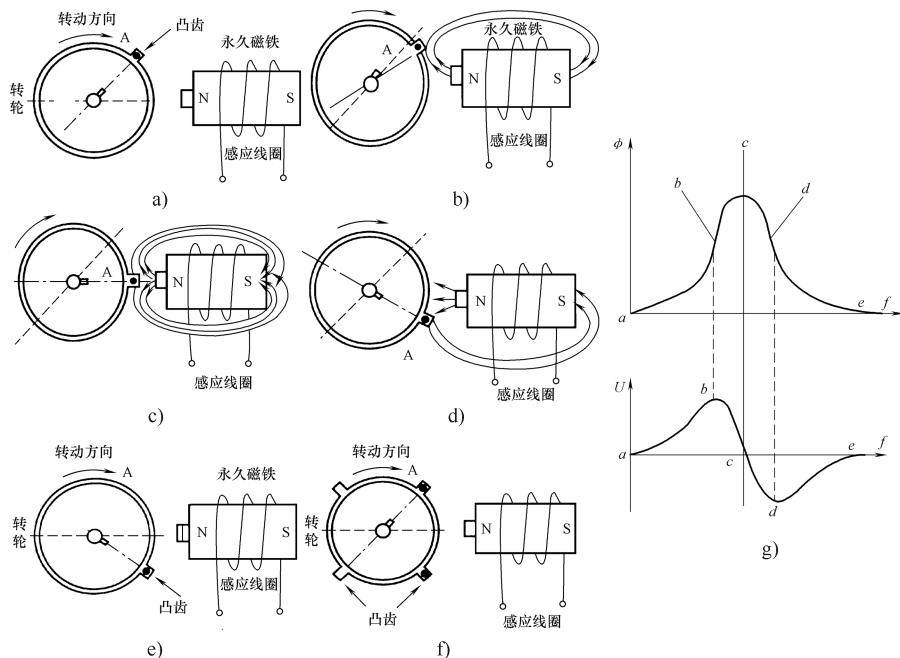


图 1-200 磁电式传感器的工作原理示意图

(4) **信号转子凸齿继续转动** 其相对位置如图 1-200d 所示,凸齿远离磁头准备离开传感器时,二者间隙逐渐变大,磁路中的磁阻逐渐增大,磁通量逐渐减小,但磁通量的变化率仍逐渐增大,所以产生一个负的但绝对值仍逐渐增大的感应电动势,如图 1-200g 的 c-d 段所示。

(5) **当凸齿继续转动离开磁头时** 磁路中的磁阻继续增大。磁通量继续减小,但磁通量的变化率也逐渐减小,因此产生一个负的绝对值逐渐减小直至为 0 的感应电动势,其相对位置如图 1-200e 所示;磁通量和感应电动势的变化如图 1-200g 的 d-e 段所示。

1-282. 如何检测磁电感应式曲轴位置传感器?

新款捷达曲轴位置传感器 G28 与 ECU 控制单元 J361 的连接关系如图 1-201 所示。传感器端子 T3i/2 与 ECU 的 T80/64 端子相连;端子 T3i/3 与 ECU 的 T80/53 端子相连;端子 3 为屏蔽线端子,在发动机线束内的接地连接。

磁电感应式曲轴位置传感器的检测方法如下。

(1) **故障征兆检测** 在发动机运行中,当曲轴位置传感器出现故障时,会导致信号中断,发动机不能起动或在运行时立即熄火,这时电子控制单元可以诊断到故障并进行故障码存储。

(2) **曲轴位置传感器的电阻检查** 关闭点火开关,拔下传感器插接器插头,检查传感器 1 与 2 端子间电阻,应为 $450 \sim 1000\Omega$ 。若电阻为无穷大,说明信号线圈存在断路,应更换传感器。检查传感器端子 T3i/3 或端子 T3i/2 端子与屏蔽线端子 T3i/1 之间的电阻,电阻值应为无穷大。如果电阻不是无穷大,则应更换传感器。

(3) **信号转子与磁头间间隙检查** 用塞尺检查信号转子与磁头间间隙,标准值为 $0.2 \sim 0.5\text{mm}$ 。如不在标准范围内,需进行调整。

(4) **输出电压测量** 用万用表的交流电压档,在电路正常连接、发动机运转时测量端子 T3i/3 或端子 T3i/2 电压,其电压值应在 $0.2 \sim 2\text{V}$ 波动。

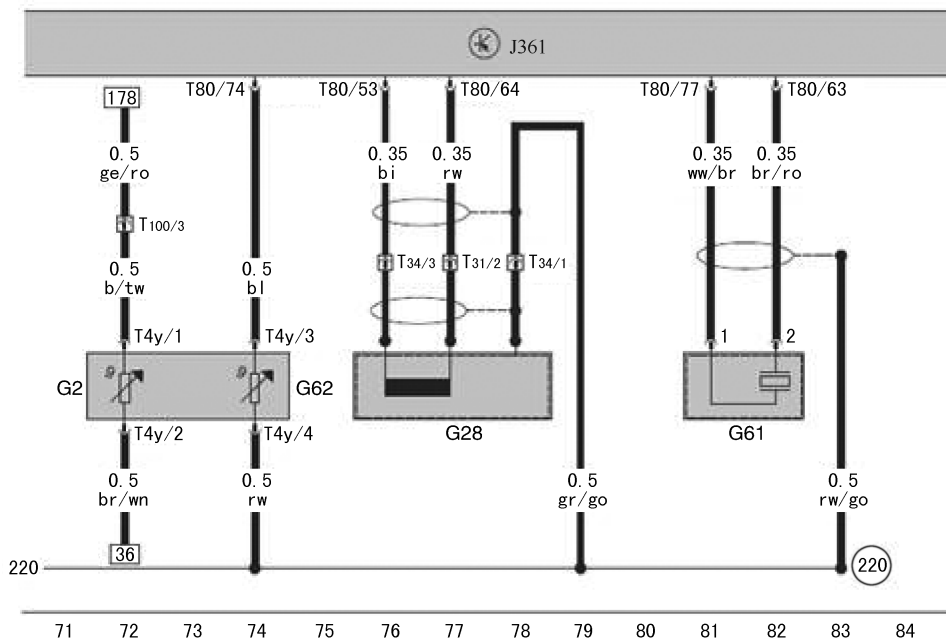


图 1-201 传感器与 ECU 控制单元的连接图

G2—冷却液温度表传感器 G28—曲轴位置传感器 G61—爆燃传感器 1 G62—冷却液温度传感器 J361—Simos 发动机控制单元 J519—E-BOX 控制单元 T3i—3 芯黑色插头连接 T4y—4 芯黑色插头连接 T10f—10 芯插头连接 T80—80 芯黑色插头连接 220—发动机线束内的接地连接 (传感器接地) ws—白色 sw—黑色 ro—红色 br—棕色 gn—绿色 bl—蓝色 gr—灰色 li—紫色 ge—黄色 or—橘黄色

(5) **检查传感器与 ECU 之间的连接线束** 分别检查 T3i/2 与 ECU 控制单元 T80/64 端子、T3i/3 与 ECU 控制单元 T80/53 端子、T3i/1 端子与发动机线束内的 220 传感器搭铁间的电阻值, 应不超过 1.5Ω 。如果电阻为无穷大, 说明导线断路或接触不良, 需进行维修。

(6) **利用 VAS5052 故障诊断仪** 通过故障诊断插座可以读取故障信息。如果曲轴位置传感器有故障, 则会出现“00513-发动机转速传感器 G28”故障码。

1-283. 如何检测新款凯美瑞曲轴位置传感器?

新款凯美瑞的曲轴位置传感器安装在曲轴正时护罩内, 曲轴的正时转子由 34 个齿组成, 带有 2 个缺齿。曲轴位置传感器每 10° 输出曲轴旋转信号, 缺齿用于确定上止点。曲轴位置传感器安装位置如图 1-202a 所示。

磁感应式曲轴位置传感器的检测方法:

(1) **曲轴位置传感器的电阻检查** 关闭点火开关, 拔下传感器插接器插头, 检查传感器 122 与 121 端子间电阻, 20°C 时应为 $1850 \sim 2450\Omega$ 。若电阻为无穷大, 说明信号线圈存在断路, 应更换传感器, 电路如图 1-202b 所示。

(2) **检查传感器端子 122 或端子 121 端子与屏蔽线端子 C 之间的电阻** 阻值应为无穷大。如果电阻不是无穷大, 则应更换传感器。

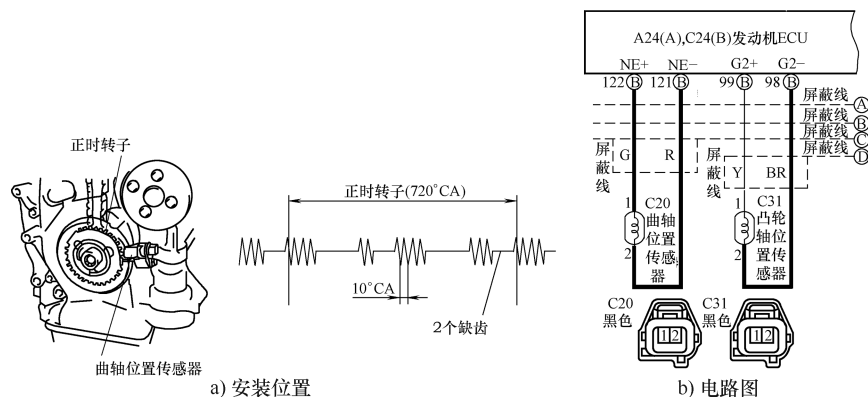


图 1-202 曲轴位置传感器安装位置及电路图

● 1-284. 霍尔式曲轴/凸轮轴位置传感器结构有何特点？

触发叶片式霍尔曲轴位置传感器主要由触发叶轮、霍尔集成电路、磁轭（导磁钢片）和永久磁铁组成。而集成电路又由霍尔元件、放大电路、稳压电路、温度补偿电阻、信号变换电路和输出电路组成，其结构如图 1-203 所示。其中触发叶轮安装在转子轴上，随转子轴一起转动，叶轮上制有叶片；当曲轴带动转子轴转动时，触发叶轮随其一起转动，叶片便在霍尔集成电路与永久磁铁之间转动。

● 1-285. 霍尔式曲轴/凸轮轴位置传感器是如何工作的？

当曲轴转动并带动转子轴转动时，触发叶轮随转子轴一起转动，触发叶轮的叶片便从霍尔集成电路与永久磁铁之间的间隙中转过。当叶片进入间隙时，霍尔集成电路中的磁场被叶片旁路，如图 1-204a 所示，此时霍尔元件产生的霍尔电压为零，集成电路输出级的晶体管截止，传感器输出一个高电平信号电压 U_0 （实验表明：当电源电压 $U_{CC} = 14.4V$ 时，信号电压 $U_0 = 9.8V$ ；当电源电压 $U_{CC} = 5V$ 时，信号电压 $U_0 = 4.8V$ ）。

当叶片离开间隙时，永久磁铁的磁通便经过霍尔集成电路和导磁钢片构成回路，如图 1-204b 所示，此时霍尔元件产生霍尔电压 U_H （ $U_H = 1.9 \sim 2.0V$ ），霍尔集成电路输出级的晶体管导通，传感器输出一个低电平电压信号 U_0 （实验表明：当电源电压 $U_{CC} = 14.4V$ 或 $5V$ 时，信号电压 $U_0 = 0.1 \sim 0.3V$ ）。

ECU 根据输入的脉冲信号计算出曲轴的转角及活塞上止点位置，从而对发动机的点火和喷油时刻进行控制。

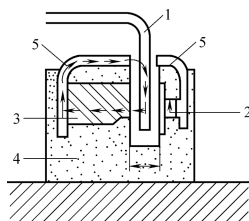


图 1-203 触发叶片式霍尔曲轴位置传感器的结构

1—触发叶轮 2—霍尔集成电路
3—永久磁铁 4—底板 5—导磁钢片

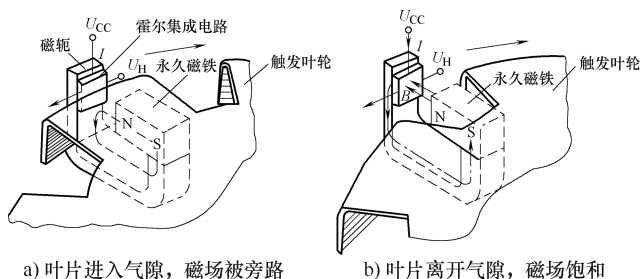


图 1-204 霍尔曲轴位置传感器工作原理



1-286. 如何检测霍尔式传感器?

三菱格兰迪汽车发动机曲轴位置传感器的插头形状和发动机 ECU 的连接如图 1-205 所示。

(1) **工作电压的检测** 拔掉曲轴位置传感器插头, 打开点火开关, 用万用表的电压档测量线束侧 1 号端子是否有 12V 蓄电池电压。如果没有, 检查控制继电器的 1 号端子与曲轴位置传感器的导通性。

(2) **参考电压的检测** 将点火开关置于“OFF”, 将曲轴位置传感器插头断开, 然后将点火开关置于“ON”, 检查曲轴位置传感器 2 号端子对地的电压, 正常时应为 4.8~5.0V。如果没有 4.8~5.0V 电压, 将点火开关置于“OFF”, 检查曲轴位置传感器线束的 2 号端子是否与 ECU 的 70 号端子导通。如果导通, 则为 ECU 故障。

(3) **检查接地性能** 检查曲轴位置传感器 3 号端子是否与地导通。如果不导通, 检查线束。

(4) **解码器检测** 用 MUT-III 检测, 如果曲轴位置传感器损坏, 会存储故障码 22-曲轴位置传感器故障。

(5) **输出信号的万用表检测** 使用专用三通接口插头或在电路完好连接的情况下, 将曲轴位置传感器的 2 号信号线引出一条测量线进行测量。使用万用表电压档检测, 应符合表 1-7 规定。

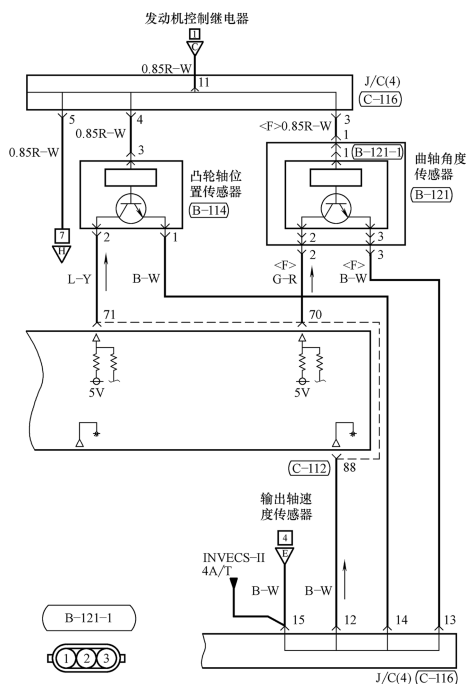


图 1-205 曲轴位置传感器插头形状与 ECU 的连接电路图

表 1-7 曲轴位置传感器信号标准电压值

测量端子	发动机状态	万用表电压
2 号与接地	起动	0.4~4.0V
	怠速	1.5~2.5V

(6) **输出信号的示波器检测** 霍尔式传感器一般情况下无法检查电阻, 如能检查也是经验数值或对比数值, 因此, 最好用示波器检查其输出信号波形来准确判断好坏。使用专用三通接口插头或在线路完好连接的情况下, 将曲轴位置传感器的 2 号信号线引出一条测量线, 用示波器进行测量。

1-287. 何谓磁阻元件式凸轮轴位置传感器?

利用磁阻效应制成的磁敏电阻元器件叫作磁阻元件, 简称 MRE (Magneto Resistance Element)。磁阻效应是指半导体材料的电阻值随与电流相同或垂直方向的磁场强弱而变化的现象。在一个长方形半导体元件的两端面通电, 在无磁场时, 电流电极间的电阻值取最小电流分布。当长方形元件处于磁场中时, 由于两电极间的电流路径因磁场作用而加长, 从而使电极间的电阻值增加。利用磁阻效应, 可实现磁和电→电阻的转换。对于非铁磁性物质,

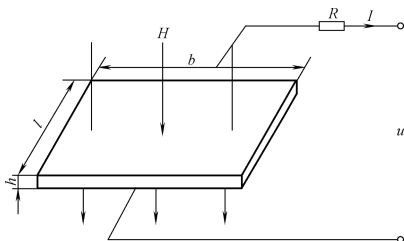


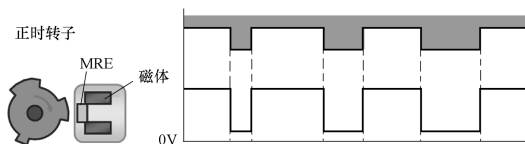
图 1-206 磁阻效应



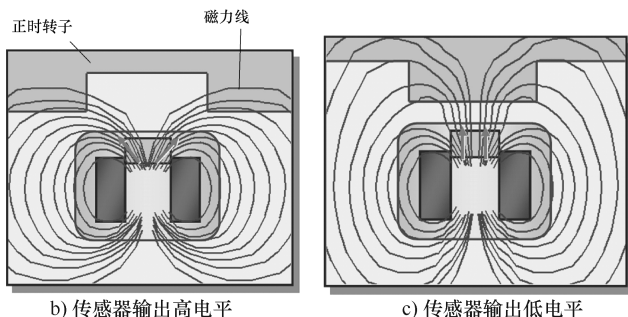
外加磁场通常使电阻率增加,即产生正的磁阻效应,如图 1-206 所示。

1-288. 磁阻元件式凸轮轴位置传感器是如何工作的?

MRE 凸轮轴位置传感器由信号发生器、磁铁和用树脂封装的信号处理电路的集成电路模块组成,如图 1-207a 所示。当传感器的磁头正对转子凹槽时,磁力线向两侧的叶片分布构成闭合磁路,此时磁阻元件电阻较小,通过磁阻元件的磁力线较少,磁场强度较弱,且磁力线与磁阻元件成一定角度,如图 1-207b 所示,此时磁阻元件输出 5V 高电平信号;当磁阻传感器的磁头正对转子叶片时,磁力线通过正对的叶片构成闭合磁路,此时磁阻元件电阻较大,通过磁阻元件的磁力线较多,磁场强度较强,且磁力线与磁阻元件垂直,如图 1-207c 所示,此时磁阻元件输出 0V 低电平信号。



a) MRE 传感器结构输出的数字信号



b) 传感器输出高电平

c) 传感器输出低电平

图 1-207 MRE 传感器结构原理

因此,随着转子的旋转,叶片的凸起与凹槽交替变化,引起通过磁阻元件的磁力线的强弱和角度发生改变,由于磁阻效应的作用,磁阻元件的电阻也发生变化,通过 MRE 装置的电流也随之改变。这种电流的变化由信号放大电路、滤波电路和整形电路转换成二进制数字信号,并输送给发动机 ECU。发动机 ECU 根据此信号判别进、排气凸轮轴位置。

1-289. 如何检测磁阻元件式凸轮轴位置传感器?

(1) **工作电压的检测** 关闭点火开关,断开凸轮轴位置传感器,打开点火开关至“ON”位置,用万用表检查 VC 端子与 VV- 之间的电压,应为 5V。如果没有 5V 电压,应分别检查与 ECU 间电路的连接情况。如果电路正常,则发动机 ECU 有故障,如图 1-208 所示。

(2) **参考电压的检测** 关闭点火开关,断开凸轮轴位置传感器,打开点火开关至“ON”位置,用万用表检查 VV+ 端子与 VV- 之间的电压,应为 4.6V。如果没有 4.6V 电压,应检查 VV+ 与 ECU 间电路的连接情况。如果电路正常,则发动机 ECU 有故障。

(3) **波形检测** 在电路正常连接的情况下,使发动机运转,用示波器检测输出信号,其标准波形应与图 1-209 所示波形相同。

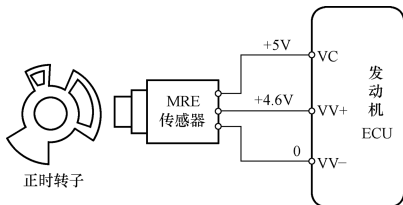


图 1-208 MRE 传感器的连接电路

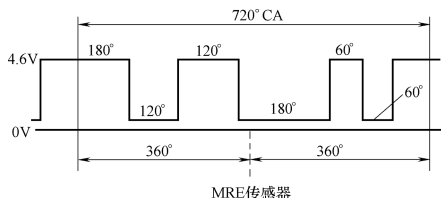


图 1-209 传感器数字信号波形



1-290. 爆燃传感器结构有何特点？

共振型压电式爆燃传感器的结构主要由压电元件 5、振荡片 4 和基座 3 等组成，如图 1-210 所示。压电元件 5 紧密地贴合在振荡片 4 上，振荡片则固定在传感器的基座 3 上。振荡片随发动机的振动而振荡，波及压电元件，使其变形而产生电压信号。当发动机爆燃时的振动频率与振荡片的固有频率相同时，振荡片产生共振，此时压电元件将产生最大的电压信号。

大众 CC 爆燃传感器是根据压电原理制成的，传感器由压电陶瓷（压电元件）、平衡块、壳体和导线等组成，传感器电路如图 1-211 所示。

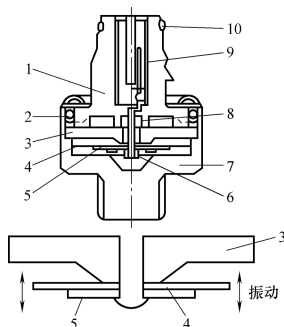


图 1-210 共振型压电式爆燃传感器的结构

- 1—插接器 2、10—O 形环 3—基座
4—振荡片 5—压电元件 6—引线端头
7—外壳 8—密封剂 9—接线端子

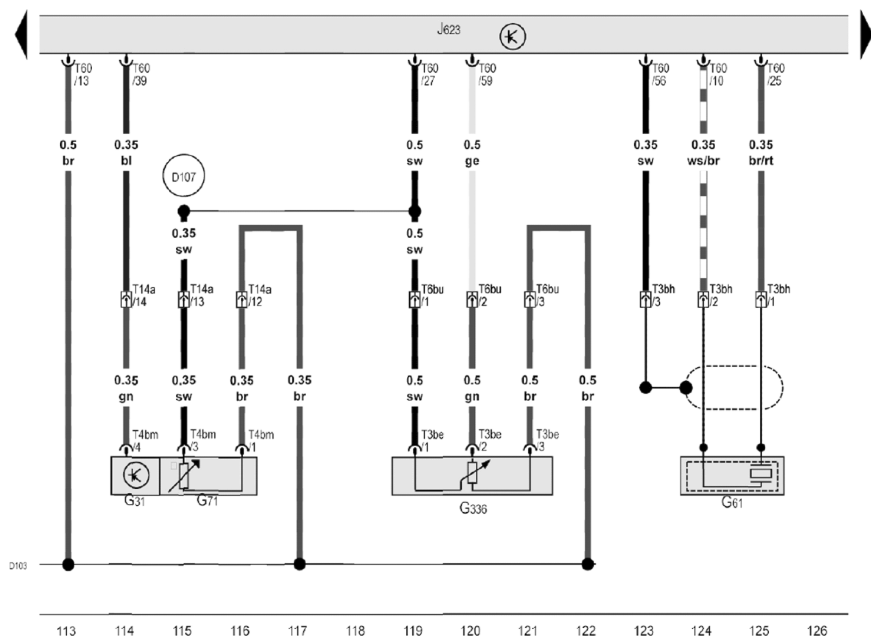


图 1-211 增压压力传感器、爆燃传感器 1、进气管压力传感器、进气管风门电位计和发动机控制单元

G31—增压压力传感器 G61—爆燃传感器 1 G71—进气管压力传感器 G336—进气管风门电位计
J623—发动机控制单元，排水槽内中部 T3be—3 芯插头连接 T3bh—3 芯插头连接 T4bm—4 芯插头连接
T6bu—6 芯插头连接，气缸盖附近 T14a—14 芯插头连接，发动机舱内左侧 T60—60 芯插头连接

Ⓛ103—连接 3，在发动机舱导线束中 Ⓛ107—连接 5，在发动机舱导线束中

Ws = 白色 sw = 黑色 rt = 红色 br = 褐色 gn = 绿色 bl = 蓝色 gr = 灰色
li = 淡紫色 vi = 淡紫色 ge = 黄色 or = 橘黄色 rs = 粉红色



1-291. 如何检查爆燃传感器?

(1) **爆燃传感器的随车检查** 在进行爆燃传感器的检查时,可轻轻敲击爆燃传感器附近的缸体,发动机的转速应随之下降。

(2) **用正时灯观察点火提前角的变化** 轻轻敲击爆燃传感器附近的缸体,此时点火提前应该突然向后推迟,然后又向前提前,此现象即说明爆燃传感器在起作用,爆燃传感器及其电路基本没有问题。反之,说明爆燃传感器或电路出现故障。

在发动机工作过程中,如果爆燃传感器发生故障,监测爆燃信号中断,ECU 就会将点火提前角推迟一定角度。汽车在行驶过程中,驾驶人就会明显感觉到发动机动力不足,这时发动机电控系统会诊断到故障,并使故障指示灯点亮。

(3) **电阻检查** 关闭点火开关,拔下爆燃传感器的 3 芯插头,用万用表的电阻档分别测量 3 芯插头各端子之间的电阻值,各端子间的电阻值应都大于 $1\text{M}\Omega$ 。

(4) **检测爆燃传感器线束的导通性** 关闭点火开关,拔下爆燃传感器的 3 芯插头,然后拔下 ECU J623 控制单元插头。用万用表的电阻档分别测量爆燃传感器 3 芯插座 1、2、3 号端子与 ECU J623 控制单元的 T60/10、T60/25 及 T60/56 之间的电阻值,应均小于 0.5Ω 。如果电阻值过大或为无穷大,则线束与端子可能接触不良或存在断路,应及时排除。

(5) **用专用诊断仪 VAS5052 检测** 通过诊断插座读取有关故障的信息,即 00524-G61 传感器对地开路或短路或者 00540-G66 传感器对地开路或短路。

(6) **检测爆燃传感器的输出信号** 检测爆燃传感器的输出信号时,应先关闭点火开关,拔下传感器的插接器插头,再打开点火开关,起动发动机使之怠速运转。用示波器或万用表电压档检测传感器的两个接线端子 T3bh/1 与 T3bh/2,应符合图 1-212 所示波形输出。否则,应更换爆燃传感器。

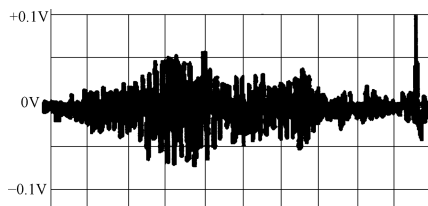


图 1-212 爆燃传感器波形

(7) **测量传感器电压信号** 敲击缸体时(人工模拟)大于 0.5V ;发动机正常怠速时小于 0.6V ;起动时大于 0.8V ;发生爆燃时大于 1.2V 。

安装注意事项:

为了避免爆燃传感器误传输爆燃信号,必须保证爆燃传感器固定螺栓的拧紧力矩准确无误。在安装爆燃传感器时若紧固力矩过大,爆燃传感器感知气缸爆燃信号电压太低,从而出现点火过早现象;若紧固转矩过小,爆燃传感器会感知气缸爆燃信号电压太高,出现点火过迟现象。

1-292. 新款奥迪废气再循环(EGR)传感器结构有何特点?

废气再循环阀(N18)设计成一个模块,它由下述部件构成:一个节流阀、一个电动机(带废气再循环电位计 G212,正极由控制单元提供 5V 电压)结构如图 1-213、电路如图 1-214 所示。

废气再循环系统电位计 G212 记录 EGR 阀门内阀片的位置(废气再循环阀)。阀片的升程控制再循环废气进入进气歧管的流量。

废气再循环系统电位计 G212 结构:传感器集成在 EGR 阀塑料罩盖中。它是一个霍尔传感器,在不与驱动轴上的永久磁铁接触的情况下对其进行检测。它根据磁场强度的变化提供信号,由此可计算出阀片的升程。

信号的使用:发动机控制单元利用该信号判断阀片的位置。此外,该信号还用于调节再循环废气的流量,从而控制废气中氮氧化合物的含量。



信号故障的影响：传感器信号发生故障，废气再循环系统关闭。EGR 阀的驱动部件也同时停止通电，因此阀片由回位弹簧拉至关闭位置。

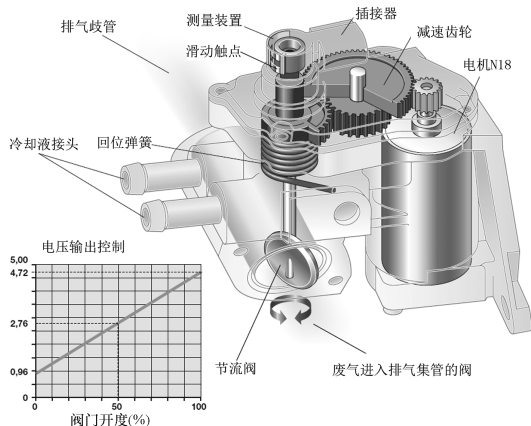


图 1-213 废气再循环阀结构

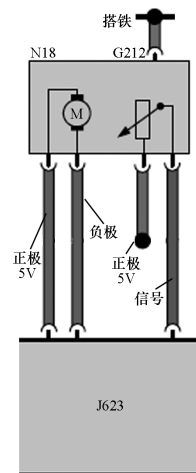


图 1-214 废气再循环控制电路图

1-293. 大众宝来 EGR 系统的组成部件有哪些？

在开环控制式废气再循环系统中，EGR 率只受微处理器预先设置好的程序控制，不检测发动机各种工况下的 EGR 率；而在闭环控制式废气再循环系统中，电脑以 EGR 率作为反馈信号实现闭环控制。

为了保证控制电磁阀的实际开度与电脑内控制的开度一致，并能进行自适应调整，现代汽车都加装了反馈电磁阀位置的传感器。大众宝来 1.8L 发动机的 EGR 系统组成如图 1-215 所示。

由于电脑控制 EGR 时，选择 NO_x 排放量较多的发动机运转范围，进行适量 EGR 控制，所以在以下不利工况时停止废气再循环。

- 1) 发动机冷却液温度低于 50°C 时，不进行废气再循环。
- 2) 怠速和小负荷时， NO_x 排放量不高，不进行废气再循环。
- 3) 全负荷和急加速时，不进行废气再循环，防止损失发动机动力。
- 4) 怠速/超速时，废气再循环不工作。

NO_x 排放量随负荷增加而增加，EGR 率也应随之增加，废气再循环量的 EGR 率小于 18%。

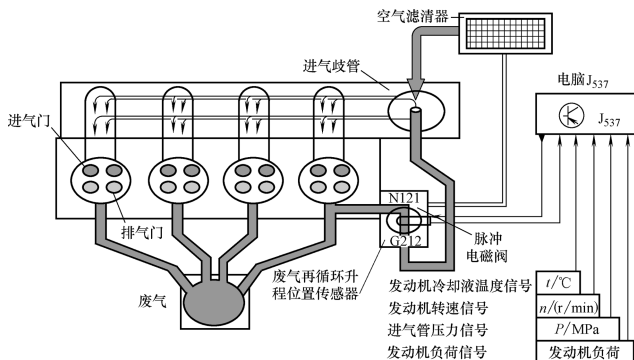


图 1-215 大众宝来 1.8L EGR 系统组成

1-294. 大众宝来 EGR 传感器结构有何特点？

大众宝来废气再循环控制电磁阀 N118 和位置传感器 G212 如图 1-216 所示。废气再循环控制电磁阀 N118 接收发动机控制单元发出的脉冲控制信号来控制再循环阀的动作。位置传感器 G212 反馈控制阀位置。

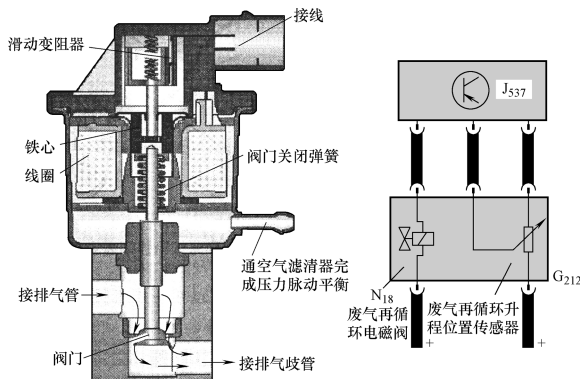


图 1-216 大众宝来废气再循环控制电磁阀 N118 和位置传感器 G212

1-295. 氧传感器有何功用?

发动机上进行反馈控制的传感器是氧传感器,它安装在发动机的排气管上,作用是通过检测排放气体中氧的含量来获得混合气的空燃比浓稀信息,并将检测结果转变成电压信号输入 ECU。ECU 根据氧传感器输入的信号,不断地对喷油脉宽进行修正,使混合气浓度保持在理想范围内,实现空燃比的反馈控制,即闭环控制。利用氧传感器对发动机混合气的空燃比进行闭环控制后,能使过量空气系数控制在 0.98~1.02 之间,使发动机在各种工况下获得最佳浓度的混合气,使有害气体的排放量降到最低,减少汽车排气污染。

1-296. 二氧化锆式氧传感器结构有何特点?

二氧化锆式氧传感器的基本元件是二氧化锆陶瓷管(固体电解质),陶瓷体制成管状,因此亦称锆管。锆管固定在带有安装螺纹的固定套中,锆管内外表面都覆盖着一层多孔性的透气铂膜作为电极。氧传感器安装在排气管上,其内表面与大气接触,外表面与废气接触。为了防止废气中的杂质腐蚀铂膜,在锆管外表面的铂膜上覆盖着一层多孔的氧化铝保护层,并加装了一个防护套管,

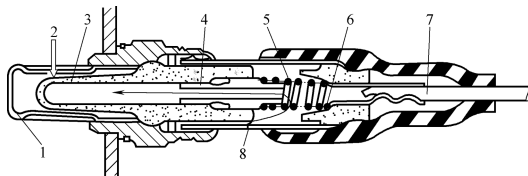


图 1-217 二氧化锆氧传感器的构造

1—防护套管 2—废气 3—锆管 4—电极
5—弹簧 6—绝缘体 7—信号输出导线 8—空气

套管上开有通气槽。这样既可以防止废气烧蚀电极,又可保证废气渗进保护层和电极接触。氧传感器的接线端有一个金属护套,其上开有一孔,用于锆管内表面与大气相通。导线将锆管内表面铂极经绝缘套从传感器引出,如图 1-217 所示。

1-297. 二氧化锆式氧传感器是如何工作的?

锆管的陶瓷体是多孔的,允许氧渗入该固体电解质内。当温度高于 300℃ 时,氧气发生电离,氧气渗入锆管的多孔陶瓷体。由于锆管内、外侧氧含量不一致,存在浓度差,因而氧离子从大气侧向排气一侧扩散,从而使锆管成为一个微电池,在两铂极间产生电压,如图 1-218 所示。当混合气的实际空燃比小于理论空燃比,即发动机以较浓的混合气运转时,排气中氧含量少,但 CO、C_xH_y 等较多。这些气体在锆管外表面的铂催化作用下与氧发生反应,将耗尽排气中残余的氧,使锆管外表面氧气浓度变为零。这就使得锆管内、外侧氧浓度差加大,两铂极间电压陡增,



可以产生约 1V 的电压。当混合气的实际空燃比大于理论空燃比，即发动机以较稀的混合气运转时，氧气浓度高，CO、 C_xH_y 浓度低，在铅管外表面的铂催化作用下，即使 CO、 C_xH_y 气体完全与氧发生反应，排气中仍有残余的氧存在，由于内外两侧氧的浓度差较小，几乎不能产生电动势，此时输出电压几乎为零。结果，铅管传感器产生的电压将在理论空燃比时发生突变。

ECU 根据氧传感器输入的电信号分析汽油的燃烧状况，以便及时修正喷油量，使空燃比处于理想状况，即使空气过量系数 $\lambda = 1$ ，所以这种传感器又称为 λ 传感器。要准确地完全保持混合气浓度为理论空燃比是不可能的，实际上氧传感器对喷油器的反馈调节是动态的，只能使混合气在理论空燃比附近一个较小的范围内波动，故氧传感器的输出电压在 0.1 ~ 0.8V 之间不断变化（通常每 10s 内变化 8 次以上）。如果氧传感器输出电压变化过缓（每 10s 内少于 8 次）或电压保持不变（不论保持在高电位或低电位），则表明氧传感器本体或电路有故障，需检查电路或更换传感器。

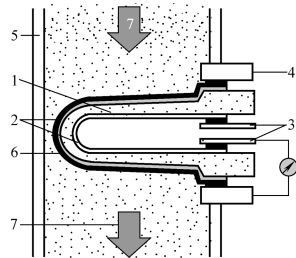


图 1-218 二氧化锆式氧传感器工作原理示意图

1—铅管 2—电极 3—电极引线
4—壳触点 5—排气管
6—多孔陶瓷支承 7—废气

1-298. 如何检测新款捷达二氧化锆式氧传感器？

新款捷达使用二氧化锆式氧传感器，部件代号 G39、G130，其接线图和端子布置如图 1-219 所示。T4c/1、T4c/2 端为加热元件接头，T4c/1 端供电来自 J519 经燃油泵继电器 J17 的端子 87 提供蓄电池电压，T4c/2 端为接地端，接 ECU，由 ECU 控制加热时间；T4c/3、T4c/4 端为氧传感器信号端，其中，T4c/3 为信号电压正极，T4c/4 为信号电压负极（即接地端）。

(1) **故障现象判断** 氧传感器对汽车电子控制燃油喷射发动机正常运转和尾气排放起着至关重要的作用，一旦氧传感器或其连接电路出现故障，不但会使排放超标，还会出现回火、放炮、怠速熄火、发动机运转失准、油耗增大等各种故障，使发动机工况恶化。

(2) **解码器检测** 氧传感器的异常工作，都会在 ECU 中存储故障码。因此，通过专用或通用解码器，可以查出氧传感器的故障码 00525-氧传感器 G39、G130 无信号，或氧传感器 G39、G130 对正极短路。或者通过读取数据流，如果氧传感器显示值长时间停滞在一个数值不变或变化缓慢，说明氧传感器有故障。

(3) **检测加热元件的电阻** 在室温下，可用万用表进行检测。检测时，拔下氧传感器线束插头，检测插头上端子 T4c/1 与 T4c/2 之间的电阻，在常温下阻值应为 1 ~ 5Ω。如常温下阻值为无穷大，说明加热元件断路，应更换氧传感器。

(4) **检测传感器加热元件的电源电压** 氧传感器加热元件的电压为蓄电池电压，当点火开关接通使燃油泵继电器触点接通时，加热元件的电源即被接通。检测加热元件的电压时，拔下氧传感器插头，起动发动机，检测插接器插座上的端子 T4c/1 与 T4c/2 之间的电压，电压值应不低于 11V。如电压为零，说明熔丝（S5 10A）断路或燃油泵继电器触点接触不良，分别检修即可。

(5) **检测传感器的信号电压** 当氧传感器工作温度低于 300℃ 时，其没有达到正常工作温度，无信号输出。因此应在氧传感器处于 300℃ 以上工作状态时测量其输出电压。

用汽车万用表检查二氧化锆式氧传感器的具体方法是：使发动机转速在 2500r/min 运行约 90s，插头与插座连接，将数字式万用表连接到氧传感器端子 T4c/3 与 T4c/4 连接的导线上。当供给发动机浓混合气（节气门突然踩到底）时，信号电压应为 0.7 ~ 1.0V；当供给发动机稀混合气（拔下空气流量传感器至发动机之间的真空管）时，信号电压应为 0.1 ~ 0.3V，否则说明氧传感器失效，应予以更换。

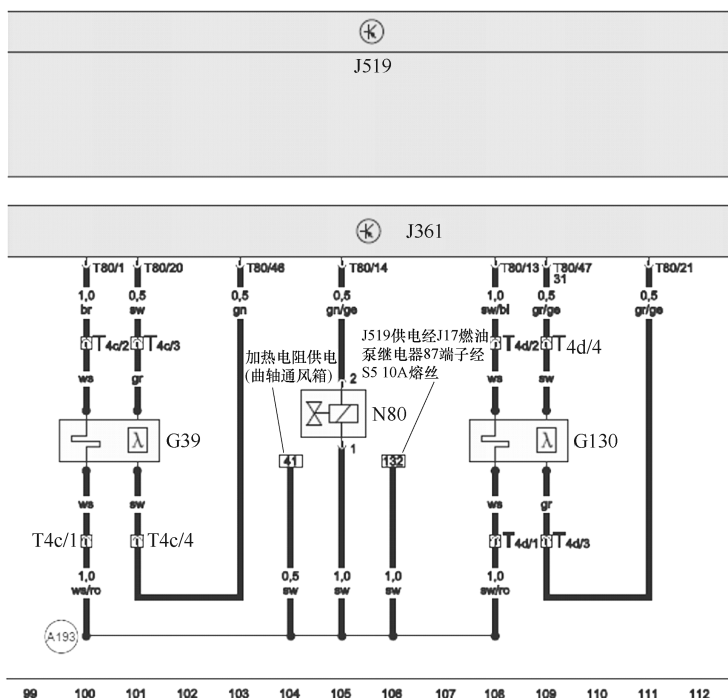


图 1-219 发动机控制单元, 氧传感器, 活性炭罐电磁阀

G39—氧传感器 G130—三元催化转化器后的氧传感器 J361—Simos 发动机控制单元 J519—E—BOX 控制单元
N80—活性炭容器装置电磁阀 T4c—4 芯棕色插头连接 T4d—4 芯黑色插头连接 T80—80 芯黑色插头连接

(A193)—车身线束内的连接 (87a)

WS = 白色 Sw = 黑色 ro = 红色 br = 棕色 gn = 绿色 bl = 蓝色 gr = 灰色 li = 紫色 ge = 黄色 or = 橘黄色

(6) **检测氧传感器的信号变化频率** 可将一只发光二极管和一只 300Ω 的电阻串联接在传感器 T4c/3 与 T4c/4 端子连接的导线之间进行检测。二极管正极连接到 3 端子上, 二极管的负极经 300Ω 电阻连接到 4 端子上。发动机怠速或部分负荷运转时, 发光二极管应当闪亮。闪亮频率每分钟应不低于 10 次, 如二极管不闪或闪亮频率过低, 说明氧传感器失效, 应更换传感器。

1-299. 宽量程氧传感器结构有何特点?

新型宽量程氧传感器由一个氧气泵单元、普通窄范围浓度差电压型二氧化锆式氧传感器、加热线圈、传感器控制器及扩散小孔、测量室等构成, 如图 1-220 所示。

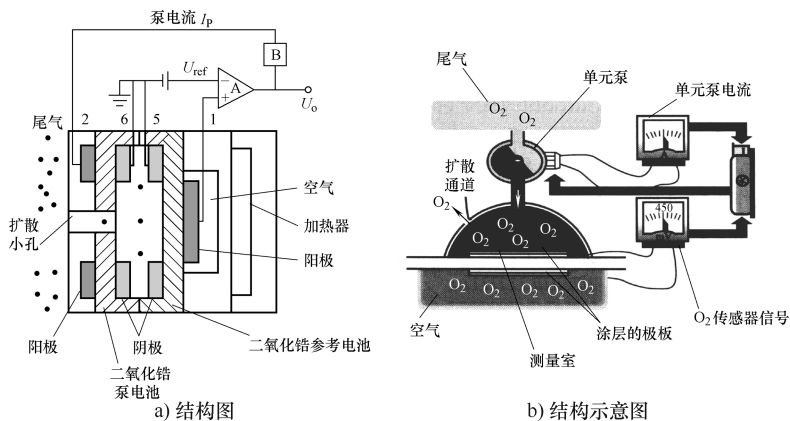


图 1-220 新型宽量程氧传感器结构



1-300. 宽量程氧传感器是如何工作的?

宽量程氧传感器是利用氧浓度差电池原理和氧气泵的泵电原理,能连续检测混合气从过浓到理论空燃比再到稀薄状态整个过程的一种传感器,如图 1-221 所示。当混合气过浓时,氧泵就会吸入 O_2 到测定室中;而当排放气体比混合气空燃比稀薄时,则从测定室中放出 O_2 到排放气体中去。传感器就是利用这一特点,使排放保持在理论空燃比上。这样就通过测定氧泵的电流 I_p 来测定排放气体中的空燃比 A/F 。混合气空燃比在过浓一侧为负电流,在稀薄一侧为正电流,当理论空燃比 A/F 为 14.7 时,电流值为零。更换传感器时必须连插头一起更换。

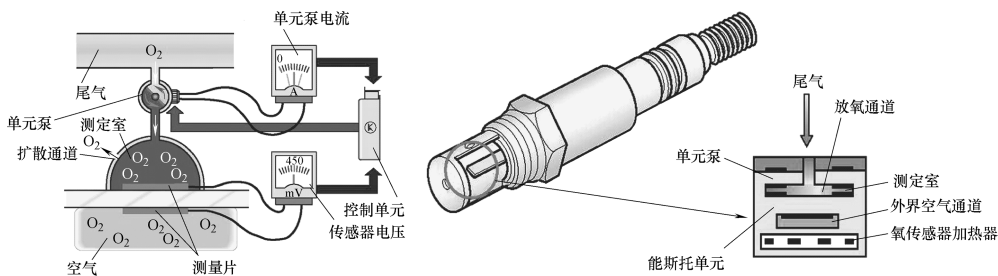


图 1-221 宽量程氧传感器



第五节 柴油供给系统



1-301. 柴油供给系统有何功用?

- 1) 向柴油机提供工作过程所需的燃料。
- 2) 滤除燃油内的机械杂质、尘土和水分,以保持所有机件正常工作。
- 3) 按照柴油机的工作顺序和规定的喷油提前角,将一定数量的柴油,以一定的压力喷入柴油机各个气缸内。
- 4) 按一定的喷油规律和喷雾质量喷入燃烧室,以保证可燃混合气的形成。

1-302. 柴油供给系统是由哪些部件组成的?

柴油机燃油供给系统由油箱、输油泵、燃油滤清器、喷油泵、喷油器以及高低压油管等组成,如图 1-222 所示。

1-303. 柴油供给系统低压系统由哪些部件组成?

柴油由输油泵从柴油箱吸出,经柴油粗滤器被吸入输油泵并泵出,经柴油细滤器,进入喷油泵,从喷油泵输出的高压油经高压油管和喷油器喷入燃烧室。由于输油泵的供油量比喷油泵供油量大得多,过量的柴油便经回油管回到输油泵低压回路。

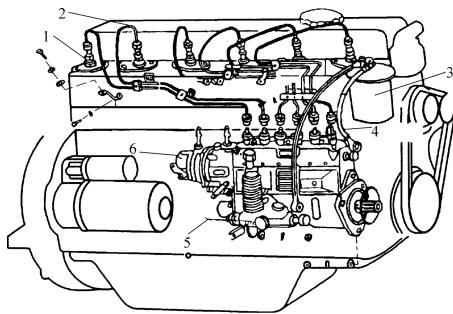


图 1-222 柴油机燃油供给系统

- 1—喷油器 2—高压油管 3—燃油滤清器
4—低压油管 5—输油泵 6—喷油泵



1-304. 柴油供给系统高压系统由哪些部件组成?

从柴油箱到喷油泵入口的这段油路中的油压是由输油泵建立的, 压力为 $0.15 \sim 0.30 \text{ MPa}$, 称为低压油路; 从喷油泵到喷油器这段油路中的油压是由喷油泵建立的, 压力一般在 10 MPa 以上, 称为高压油路。高压的柴油通过喷油器呈雾状喷入燃烧室, 与空气混合形成可燃混合气。

1-305. 柴油供给系统喷油器的功用是什么?

喷油器安装在气缸盖上, 其作用是 将高压燃油雾化成容易着火和燃烧的喷雾, 并使喷雾和燃烧室大小、形状相配合, 分散到燃烧室各处, 和空气充分混合。喷油器除了影响燃油的雾化质量、贯穿度及分布等喷雾特性外, 还对喷油压力、喷油始点、喷油延续时间和喷油率等喷油特性有重大影响。所以, 喷油器对柴油机的性能起着决定性的作用。其实, 燃油的喷射时间是非常短暂的。例如, 柴油机的转速为 2000 r/min , 则应 $0.00125 \sim 0.005 \text{ s}$ 内将一个循环中的全部喷油量从喷油器的喷油孔中喷入气缸。喷油器是燃油系统中最重要的元件。

1-306. 喷油器常见形式有哪两种?

喷油器的种类较多, 车用柴油机喷油器常见的形式有两种, 即 孔式喷油器和轴针式喷油器。孔式喷油器主要用于直接喷射式燃烧室, 轴针式喷油器多用于分隔式燃烧室。

1-307. 孔式喷油器结构有何特点?

孔式喷油器 喷油孔数目一般为 $1 \sim 8$ 个, 喷孔直径为 $0.2 \sim 0.8 \text{ mm}$, 喷油压力较高 ($12 \sim 25 \text{ MPa}$), 喷孔的角度可使喷出的油束构成一定的锥角。喷孔数和喷孔角度的选择视燃烧室的形状、大小及空气涡流情况而定。孔式喷油器的结构如图 1-223 所示, 主要由针阀-针阀体偶件、喷油器体、顶杆、调压弹簧、调压垫片、进油管接头及滤芯、回油管接头等零件组成。其中最主要的部件是用优质合金钢制成的针阀和针阀体, 二者合称针阀偶件。

1-308. 轴针式喷油器结构有何特点?

轴针式喷油器适用于对喷雾要求不高的分隔式燃烧室, 它的构造与孔式喷油器的不同之处在于针阀下端的密封锥面以下还延伸出一个轴针, 其形状可以是倒锥形或圆柱形。因此, 喷射时喷柱将呈空心的柱形或锥形, 如图 1-224 所示。由于轴针伸出喷孔外, 形成圆环状的狭缝 (通常轴针与孔的径向间隙为 0.05 mm)。轴针式喷油器喷孔形状与喷雾锥角取决于轴针的形状和升程, 因

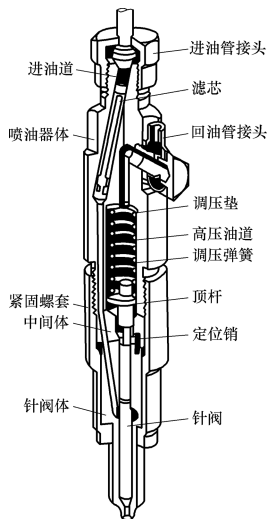


图 1-223 孔式喷油器

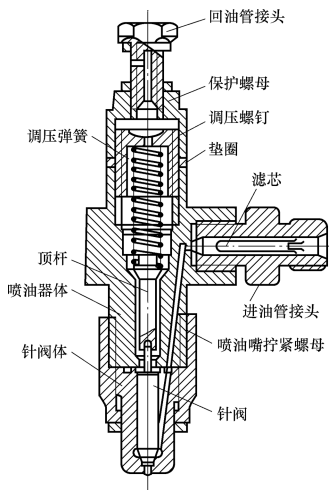


图 1-224 轴针式喷油器



此要求轴针的形状加工非常精确。常见的轴针式喷油器只有一个喷孔，孔径约为 $1 \sim 3\text{mm}$ 。因为喷孔直径较大，孔内的轴针又上、下运动，喷孔不易积炭，而且还有自行清理积炭的功能。轴针喷油器的轴针做成可变的节流断面，通过密封锥面及轴针处的节流断面作用，可较好地满足喷油特性要求。

● 1-309. 轴针式喷油器结构形式有哪几种？

轴针式喷油器结构形式如图 1-225 所示。

1-310. 喷油泵有何功用？

喷油泵又称为高压油泵，其功用是根据发动机的不同工况，定压、定时、定量的向喷油器输送高压柴油。喷油泵一般固定在柴油机机体一侧的支架上，由柴油机曲轴通过齿轮驱动，齿轮轴和喷油泵的凸轮轴用联轴器连接，调速器安装在喷油泵的后端。柱塞油泵要求如下。

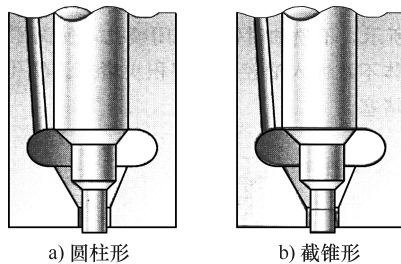


图 1-225 轴针式喷油器结构形式

- 1) 供油次序与发火次序保持一致。
- 2) 各缸供油量均匀（不均匀度不大于 $3\% \sim 4\%$ ）。
- 3) 各缸供油提前角相同（相差不大于 0.05° 曲轴转角）。
- 4) 供油延续时间相等。
- 5) 油压的建立和供油的停止必须迅速，防止滴漏现象。

● 1-311. 喷油泵有哪几种类型？

1) 柱塞式喷油泵。这种喷油泵应用的历史较长，性能良好，工作可靠，为目前大多数汽车柴油机所采用。

2) 喷油泵-喷油器（泵-喷嘴）。将喷油泵和喷油器合为一体，直接安装在发动机气缸盖上，可以消除高压油管带来的不利影响。但要求在发动机上另加驱动机构，PT 燃油供给系统即属此类。

3) 转子分配式喷油泵。这种喷油泵只有一对柱塞副，依靠转子的转动实现燃油的增压与分配。由于它的体积小，对发动机和汽车的整体布置十分有利，在电控柴油机喷射系统中的应用会越来越广泛。

⊕ 1-312. 柱塞式喷油泵由哪些组件组成？

直列式喷油泵相对于每一个气缸均有一个分泵组件（柱塞分泵）。直列式喷油泵由驱动元件、分泵组件、油量控制机构和喷油泵体组成，如图 1-226 所示。

⊕ 1-313. 柱塞式喷油泵分泵由哪些重要部件组成？

柱塞式喷油泵分泵由柱塞偶件（柱塞和柱塞套）、柱塞弹簧、弹簧下座、弹簧上座、油量控制套和齿圈、出油阀偶件、出油阀弹簧、减容体和出油阀紧座等组成，如图 1-227 所示。

注：柱塞偶件与出油阀偶件的配合间隙为 $0.0015 \sim 0.0025\text{mm}$ 。

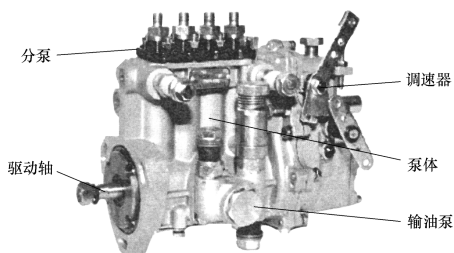


图 1-226 柱塞式喷油泵结构

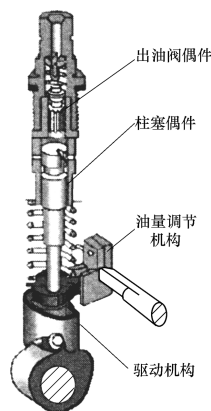


图 1-227 柱塞式喷油分泵结构

1-314. 柱塞式喷油泵出油阀偶件结构有何特点?

出油阀安装在柱塞套的上方，当出油阀紧座拧入紧座孔后，柱塞套、出油阀、出油阀紧座紧密接触，同时出油阀弹簧将出油阀压紧在阀座上，如图 1-228 所示。

1-315. 柱塞式喷油泵柱塞偶件结构有何特点?

柱塞偶件是产生高压油的压油元件，其结构如图 1-229 所示。**柱塞套装在泵体座孔内固定不动，柱塞由凸轮驱动，在柱塞套内上下往复运动，此外还可绕自身轴线在一定角度内转动。**柱塞头部的圆柱表面铣有螺旋槽或斜槽，并利用直槽或中心孔（径向孔和轴向孔）使槽与柱塞上方泵腔相通，下部固定有调节臂。柱塞套上部开有一个进油和回油用的径向小孔与泵体上的低压油腔相通，有的则开有两个径向小孔，两个孔的中心线可以在一个水平线上，也可不在同一水平线上，**上面的为进油孔，下面的为回油孔。**柱塞弹簧通过弹簧座将柱塞推向下方，使柱塞下端与滚轮式挺杆接触，并使挺杆中的滚轮与下凸轮接触。

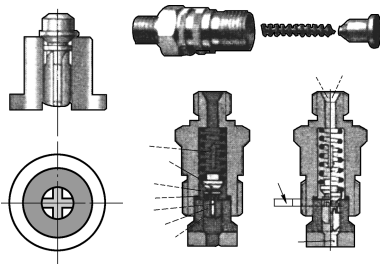


图 1-228 出油阀偶件

1-316. 喷油泵的油量调节机构结构有何特点?

齿杆式油量调节机构如图 1-230 所示。控制套筒松套在柱塞套上，在其上部套有可调齿圈，用螺钉锁紧在控制套筒上。可调齿圈与调节齿杆啮合，柱塞下端的十字形凸缘嵌入控制套筒的切槽中。调节齿杆的轴向位置由人工或调速器控制。移动油量调节齿杆时，可调齿圈连同控制套筒带动柱塞相对于固定不动的柱塞套转动。这样就改变了柱塞圆柱表面上斜槽与进油孔的相对角位置，即改变了柱塞的有效行程，实现了供油量的调节。

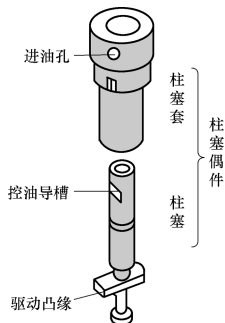


图 1-229 柱塞偶件

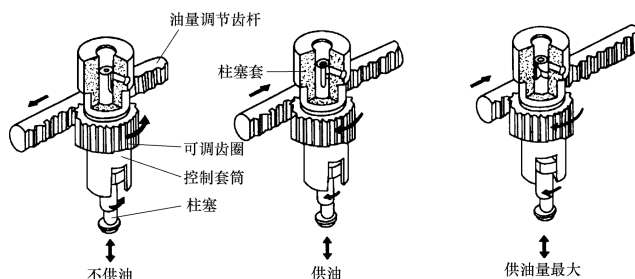


图 1-230 油量调节机构



各缸供油均匀性可通过改变可调齿圈与控制套筒的相对角位置来调整。即松开可调齿圈，按调整的需要使控制套筒与柱塞一起相对于可调齿圈转过一定角度，再将可调齿圈锁紧在控制套筒上。移动齿杆时，齿圈连同控制套筒带动柱塞相对于柱塞套转动，以调节供油量。

1-317. 柱塞式油泵是如何工作的？

柱塞泵油原理如图 1-231 所示：可分为进油、压油和回油 3 个过程。

(1) **进油** 发动机工作中，喷油泵凸轮轴上的凸轮转过最高位置时，柱塞在柱塞弹簧作用下向下移动；当柱塞上端面低于柱塞套筒上的油孔时，喷油泵低压油腔内的柴油被吸入柱塞上端的泵腔；当柱塞运动到最下端位置时，柱塞上端的泵腔内充满柴油，分泵完成吸油过程。

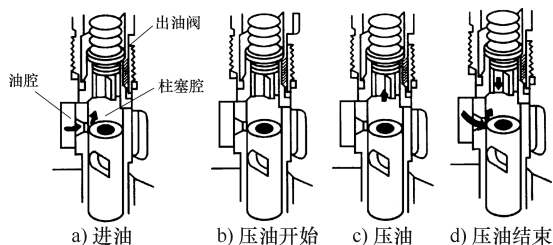


图 1-231 柱塞泵油原理

(2) **压油** 凸轮轴继续转动推动柱塞上移，部分燃油被挤回低压油腔，当柱塞上端的圆柱面完全封闭柱塞套筒上的两个油孔时，压油过程开始。柱塞继续上移，油压升高，克服出油阀弹簧的弹力顶开出油阀，高压柴油经出油阀和高压油管输送给喷油器。

(3) **回油** 当柱塞上的斜槽与柱塞套筒上的油孔接通时，泵腔内的高压油经柱塞内的油孔、斜槽和柱塞套筒上的油孔流回低压油腔，泵腔内的油压迅速下降，出油阀在其弹簧作用下立即关闭，停止供油。

由驱动凸轮轮廓曲线决定的柱塞行程（即柱塞的上下止点间的距离）是一定的，但并非在整个柱塞上移行程内都供油。喷油泵只是在柱塞完全封闭油孔之后到柱塞斜槽与油孔开始接通之前的这一部分柱塞行程内才泵油。这一行程称为柱塞有效行程。显然，**喷油泵每次泵出的油量取决于有效行程的长短**。因此，欲使喷油泵能随发动机工况不同而改变供油量，只需改变有效行程，一般借改变柱塞斜槽与柱塞套油孔的相对角位置来实现。

1-318. 喷油泵驱动机构结构有何特点？

驱动机构的作用是为喷油泵的运行提供动力并控制其运动，保证供油准时。**它主要由滚轮式挺柱体和喷油泵凸轮轴组成**，如图 1-232 所示。凸轮轴传送推力使柱塞运动，产生高油压，同时还保证各分泵按柴油机的工作顺序和一定的规律供油。凸轮轴上的凸轮数目与缸数相同，排列顺序与柴油机的工作顺序相同。**相邻工作两缸凸轮间的夹角叫供油间隔角**，角度的大小同配气机构凸轮轴同名凸轮的排列，四缸柴油机为 90° ，六缸柴油机为 60° 。四冲程柴油机喷油泵的凸轮轴转速和配气机构的凸轮轴转速一样，都等于曲轴转速的 $1/2$ 。

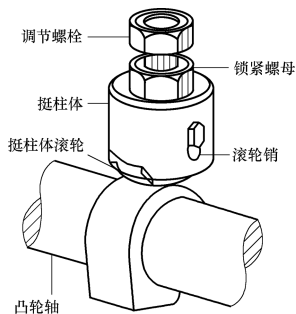


图 1-232 驱动机构

1-319. VE 转子分配泵有何特点？

- 1) 分配泵结构简单，零件数目特别是精密零件数目少、体积小、重量轻、成本低。
- 2) 分配泵零件的通用性高，有利于产品系列化。
- 3) 能保证各缸供油均匀和供油时间一致，**分配泵单缸供油量和供油提前角不需要调整**。
- 4) 分配式喷油泵凸轮升程小，柱塞行程小，一般为 $2.0 \sim 3.0\text{mm}$ ，同时喷油压力高，缩短



了喷油时间,有利于提高转速。对于四冲程柴油机,其转速可达到 6000r/min。

5) 分配式喷油泵内部零件依靠泵内部的燃油进行润滑和冷却。整个喷油泵制成一个密封的整体,外面的灰尘杂质和水分不易进入。

1-320. VE 转子分配泵有哪些组成部件

德国博世公司生产的 VE 型分配泵是单柱塞,平面凸轮,断油计量和具有机械离心式调速器的分配泵。

VE 分配泵主要由滑片式输油泵、高压泵、驱动机构和断油电磁阀等组成。其结构示意图如图 1-233 所示。分配泵左端为传动轴及滑片式输油泵(也称二级输油泵),中间有驱动齿轮、凸轮盘等,右端有柱塞套筒、电磁阀等,泵上部为调速器,下部为供油提前角调节器。

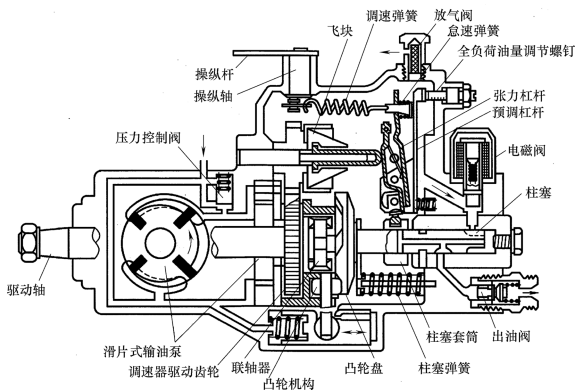


图 1-233 VE 分配泵的结构

1-321. 滑片式输油泵有何作用?

滑片式输油泵的作用是把由膜片式输油泵(一级输油泵)从油箱吸出并经柴油滤清器过滤后的柴油适当增压后送入分配泵内,保证分配泵必要的进油量,并用调压阀控制输油泵出口压力,同时还使柴油在泵体内循环,达到润滑和冷却喷油泵的作用。

1-322. VE 分配泵高压泵结构有何特点?

高压泵的作用是实现进油、压油和配油。VE 分配泵的高压泵采用单柱塞式,由滚轮体总成、平面凸轮盘、柱塞回位弹簧、柱塞、柱塞套、油量控制套筒(溢流环)以及出油阀等组成,如图 1-234 所示。

1-323. VE 分配泵的柱塞结构有何特点?

柱塞上沿周向分布有若干个进油槽(进油槽数等于气缸数)、一个中心油道、一个配油槽和一个泄油孔。配油槽通过径向油孔与中心油道相通,中心油道末端与泄油孔相连,如图 1-235 所示。柱塞套筒上有一个进油道及若干分配油道和出油阀(分配油道和出油阀数目与气缸数目相等)。

柱塞旋转中只要配油槽和任意一个分配油道相对,则中心油道中的高压油通过分配油道送到喷油器,实现配油作用。

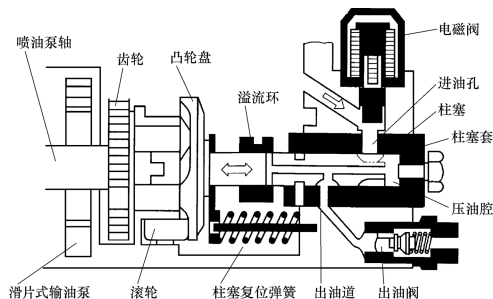


图 1-234 高压泵的结构图

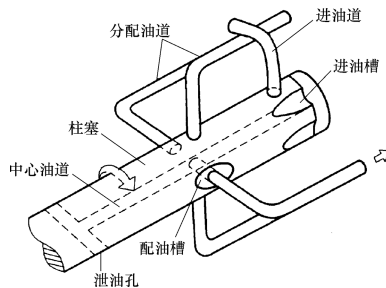


图 1-235 柱塞及高压油路



● 1-324. VE 分配泵驱动机构结构有何特点？

VE 分配泵的动力是由发动机经驱动轴输入泵中，在泵内带动滑片式输油泵、调速器驱动齿轮，如图 1-236 所示。

● 1-325. VE 分配泵驱动机构平面凸轮结构有何特点？

平面凸轮上有传动销带动柱塞一起旋转，如图 1-237 所示。柱塞回位弹簧通过压板将柱塞压在平面凸轮的驱动柱塞面上，并且使平面凸轮与滚轮体总成的滚轮紧密接触。在凸轮和柱塞弹簧作用下，柱塞既做旋转运动，又做直线往复运动。

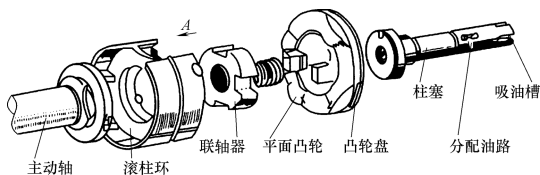


图 1-236 VE 泵驱动机构

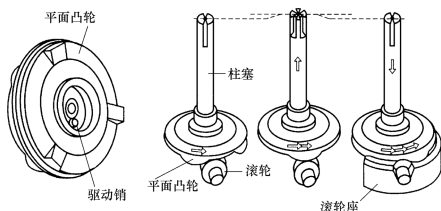


图 1-237 平面凸轮驱动

● 1-326. VE 分配泵驱动机构滚轮凸轮结构有何特点？

滚轮体总成如图 1-238 所示，它空套在泵体和联轴器总成之间，在供油提前角自动调节机构活塞的作用下，通过拨动销才能够转动。

当平面凸轮在滚轮上滚动时，凸起部分与滚轮接触推动柱塞向右运动，凹下部分与滚轮接触则推动柱塞向左运动，周而复始，完成柱塞的往复运动。平面凸轮上凸峰的数目，与柴油机气缸数相对应。

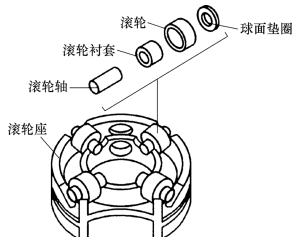


图 1-238 滚轮体总成

● 1-327. VE 分配泵是如何工作的？

(1) **进油过程** 如图 1-239 所示，滚轮由凸轮盘的凸峰移到最低位置时，柱塞弹簧将柱塞由右向左推移，在柱塞接近终点位置时，柱塞头部的一个进油槽与柱塞套上的进油孔相通，柴油经电磁阀下部的油道流入柱塞右端的压油腔内并充满中心油道。此时柱塞配油槽与分配油路隔绝，泄油孔被柱塞套封死。

(2) **压油与配油过程** 如图 1-240 所示，滚轮由凸轮盘的最低处向凸峰部分移动，柱塞在旋转的同时，也自左向右运动。此时，进油槽与泵体进油道隔绝，柱塞泄油孔仍被封死，柱塞配油槽与分配油路相通。随着柱塞的右移，柱塞压油腔内的柴油压力不断升高，当油压升高到足以

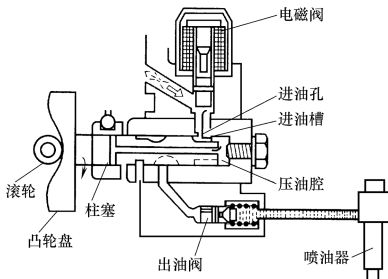


图 1-239 进油过程

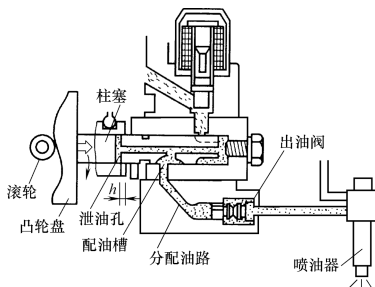


图 1-240 压油与配油过程



克服出油阀弹簧力而使出油阀右移开启时,则柴油经分配油路、出油阀及油管被送入喷油器。由于凸轮盘上有四个凸轮(与气缸数相等),柱塞套上有四个分配油路,因此,凸轮盘转一圈,柱塞往复运动四次,配油槽与各缸分配油路各接通一次,轮流向各缸供油一次。

(3) **供油结束** 如图 1-241 所示,柱塞在凸轮盘推动下继续右移,柱塞左端的泄油孔露出油量控制滑套的右端面时,泄油孔与分配泵内腔相通,高压油立即经泄油孔流入泵内腔中。柱塞压油腔、中心油道及分配油路中油压骤然下降,出油阀在其弹簧作用下迅速左移关闭,停止向喷油器供油。

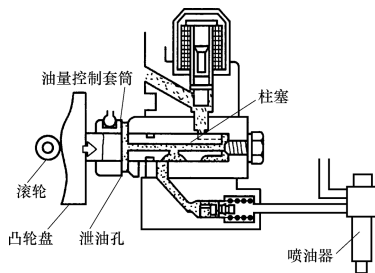


图 1-241 供油结束

1-328. VE 分配泵油量是如何控制的?

从柱塞上的配油槽与出油孔相通起至泄油孔与分配泵内腔相通止,柱塞所走过的距离为有效供油行程 h 。控制套筒向右移动,供油行程缩短,结束供油时刻提早,供油量减少;控制套筒向右移动,则相反。分配泵的油量调节是靠驾驶人通过加速踏板控制调速器使控制套筒轴向移动来实现的。

1-329. VE 分配泵是如何停车的?

当需要柴油机停车时,可转动控制电磁阀的旋钮,电路触点断开,线圈对进油阀的吸力消失,在进油阀弹簧的作用下,进油阀下移,使泵体进油道关闭,停止供油,柴油机熄火。

当起动柴油机时,先将电磁阀的触点接通,进油阀在线圈的吸力下克服弹簧力上移,泵体进油道打开,供油开始,如图 1-242 所示。

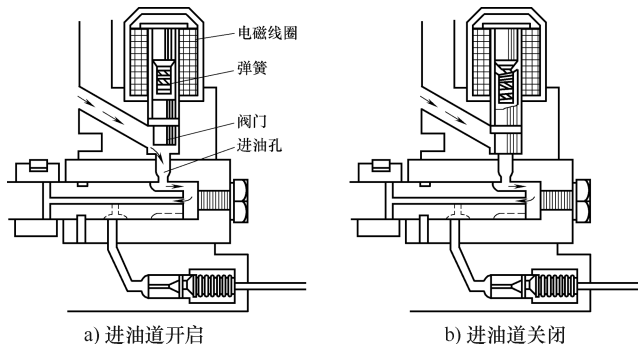


图 1-242 电磁阀停油装置

1-330. 柴油机为什么要装调速器?

当发动机高转速运转,若因负荷减少使转速升高时,喷油泵供油量增大,促使发动机转速进一步升高,极易导致发动机超速而出现排气管冒黑烟、发动机过热等不良现象,严重时出现飞车脱等机件损坏、伤人事故。

当发动机转速因负荷增加而低于最低稳定转速时,喷油泵供油量也减少,转速继续下降,导致发动机熄火。

因此,柴油机需要调速器调节供油量。

1-331. 柴油机的调速器有何功用?

调速器的作用是根据柴油机负荷的变化,自动地调节喷油泵的供油量,以保证柴油机在各种工况下稳定运转。



1-332. 根据构造不同, 柴油机调速器可分哪几类?

柴油机调速器按构造的不同可分为气动式、机械离心式、液压式、电子式和复合式几种。

(1) **气动式调速器** 气动式调速器利用柴油机进气管节气门附近压力的变化进行调速。此种调速器构造简单, 作用灵敏, 在各种转速下均参与调速, 但其需在进气管道设置节气门, 对柴油机的进气有一定的影响。

(2) **离心式调速器** 机械离心式调速器利用飞块的离心力进行调速, 其构造复杂, 调速性能较好, 同时无需在柴油机的进气管道中设置节气门。

(3) **离心复合式调速器** 离心复合式调速器利用柴油机进气管节气门附近压力的变化和调速器飞块的离心力进行调速。

1-333. 根据作用范围不同, 柴油机调速器可分哪几类?

按作用范围不同, 调速器可分为**两极式、全程式、最高转速式和复合式**等。

1-334. 离心式调速器结构有何特点, 是如何工作的?

简单的离心式调速器由飞锤、滑套、调速弹簧和调速杠杆等组成, 如图 1-243 所示。

柴油机在工作时, 通过曲轴驱动装在喷油泵凸轮轴后端的飞锤旋转, 飞锤受离心力的作用而向外飞开。此离心力产生的推力 F_A 和调速弹簧的张力 F_B 在某一转速下相平衡, 而使调速器和喷油泵保持在一定的位置下工作。

当柴油机的负荷 (M_Q) 变化时, 引起一系列的变化: 柴油机转速变化—调速器转速变化—离心力及其产生的推力 F_A 变化— F_A 与 F_B 失去平衡—调速杠杆摆动—拉杆移动—油量变化—柴油机的转矩 (M_e) 变化, 与变化了的负荷 (M_Q) 重新平衡, 从而使柴油机转速稳定到接近原来的转速。于是起到了负荷变化时, 柴油机保持稳定运转的作用, 这就是机械离心式调速器的基本原理。

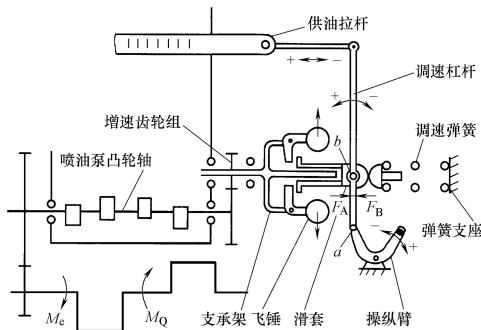


图 1-243 离心式调速器原理图

a—动调节的支承点 b—静调节的支承点

F_A —离心推力 F_B —弹簧张力

1-335. RAD 两速调速器结构有何特点?

它能使柴油机具有平稳的怠速, 防止游车或熄火, 又能限制柴油机不超过某一最大转速, 避免出现超速 (飞车)。至于中间转速, 则可利用人工调节供油量来调速。

调速器安装在直列式喷油泵的后端, 两个飞块安装在喷油泵凸轮轴上, 转速的变化将使飞块张开或收拢, 并使滑套向右或向左移动, 如图 1-244 所示。控制杠杆通过偏心轴与支撑杠杆相连接, 从而可带动浮动杠杆下端传动。而浮动杠杆上端与供油量调节齿条连接。当供油量调节齿条右移时, 油量减小, 反之, 油量增大。

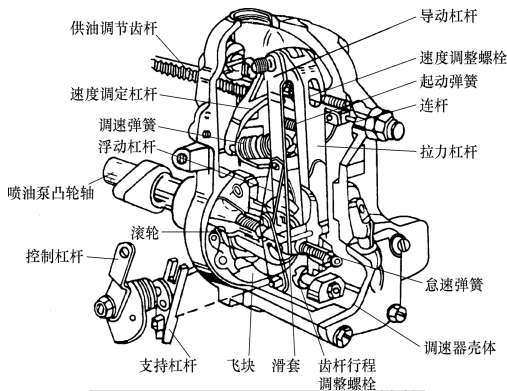


图 1-244 RAD 两极调速器结构

1-336. RQV 型全速调速器结构有何特点？

全速式调速器不仅能保持柴油机的最低稳定转速和限制最高转速，而且能根据负荷的大小，保持和调节柴油机在任一选定的转速下稳定工作。其结构如图 1-245 所示。

1-337. VE 泵调速器是如何工作的？

VE 泵调速器为机械离心式，其基本原理如图 1-246 所示。杠杆的上端被弹簧拉着。如果弹簧力小于飞锤离心力，则杠杆绕支点做顺时针转动，带动控制套左移，油量减小，柴油机转速下降，飞锤离心力也变小，直至弹簧力与飞锤离心力平衡，杠杆、控制套就稳定在某一位置，油量就稳定在某个量，柴油机就稳定在某一转速。弹簧的参数不同，柴油机得到的稳定转速也就不同，因此，可改变弹簧参数来使柴油机稳定在所期望的转速。

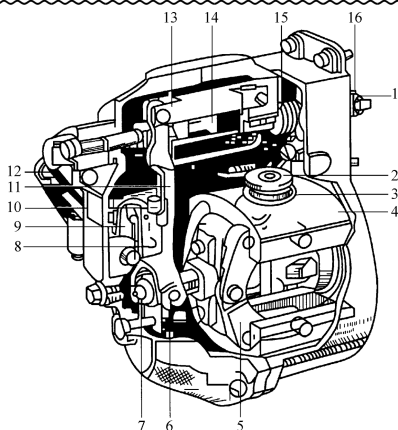


图 1-245 RQV 调速器结构

- 1—喷油泵调节拉杆 2—调整螺母 3—调速弹簧 4—飞锤
5—角形杠杆 6—滑块 7—弹簧承载伸缩轴 8—平面凸轮
9—摇杆 10—导块 11—浮动杆 12—操纵手柄 13—连接叉
14—全负荷限制仪 15—弹簧座 16—间隙补偿弹簧

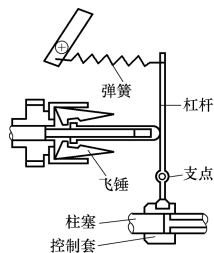


图 1-246 VE 泵调速器基本原理

VE 泵调速器配有全速式或两速式调速器。

两种调速器的主要不同点在于：两速调速器调速弹簧和负荷弹簧安装在弹簧框架内部，而全速式调速器的调速弹簧仅是一个可以自由伸缩的单个弹簧。

1-338. VE 泵调速器结构有何特点？

VE 泵机械离心式全速调速器结构如图 1-247 所示。其主要由传动齿轮、飞锤、调速套筒、调速杠杆系统和调速弹簧等组成。张力杠杆、起动杠杆和导杆通过销轴连接组成调速杠杆系统。为完善调速器的工作性能，VE 泵调速器上还设有增压补偿器和转矩校正等附加装置。导杆可绕 C 点转动，通过支持销（即图中支点 A）把张紧杆、支承杆与导杆连在一起，使张紧杆和支承杆绕支持销转动。油量控制套筒上有凹槽，在支承杆的下端固装一个球头销，并嵌入到油量控制套筒的凹槽内。

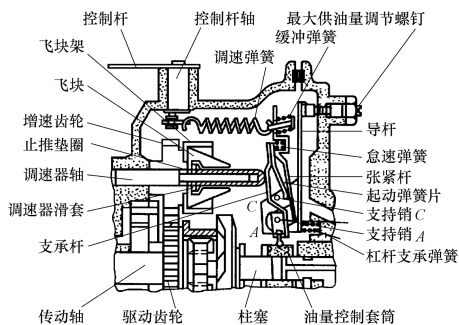


图 1-247 VE 泵离心式全速调速器结构



1-339. VE 泵增压补偿器结构有何特点?

用于增压柴油机的分配式喷油泵,其结构原理如图 1-248 所示。在补偿器盖和补偿壳体之间装有膜片,将补偿器分为上、下两个互不相通的空腔。上腔与进气管相通,其压力即为增压压力。下腔经通气孔与大气相通,膜片下方装有膜片弹簧补偿器阀杆与膜片相连,并随膜片一起作往复运动。

当进气增压压力增大时,膜片带动补偿器阀杆向下运动,与阀杆锥体相接触的补偿杠杆绕其销轴沿顺时针方向转动,经张力杠杆带动供油量调节套向加油方向移动,增大供油量;反之,则减小供油量。

1-340. VE 泵大气压力补偿器结构有何特点?

大气压力补偿器的功用是**随着大气压力的降低或海拔的升高自动减少供油量**,以防止柴油机排黑烟。其结构原理如图 1-249 所示。它主要由大气压力感知盒和感知盒推杆组成。感知盒推杆下端与连接销的接触处是一段上大下小的锥体。当大气压力降低或汽车在高原行驶时,大气压力感知盒向外膨胀,感知盒推杆向下移动。由于感知盒锥体的作用,使连接销向左移动,推动控制臂绕销轴沿逆时针方向转动,通过推动张力杠杆、起动杠杆拨动油量调节套向左移动,减少供油量。

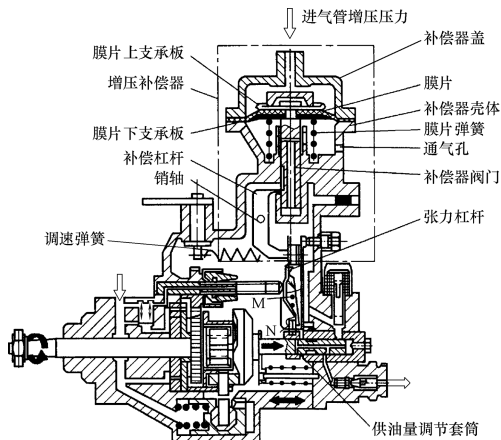


图 1-248 VE 泵增压补偿器工作图示

M—销轴孔 N—销轴

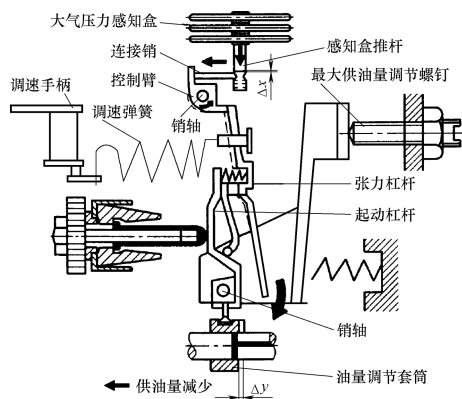


图 1-249 大气压力补偿器结构原理

Δx —感知盒杆向下移动量 Δy —油量调节套筒移动量

1-341. 柱塞式喷油泵供油提前角自动调节器结构有何特点?

供油提前角自动调节器的作用是在柴油机整个工作转速范围内使喷油泵供油提前角随柴油机转速升高而自动相应提前,使柴油机始终在最佳或接近最佳喷油定时下工作。供油提前角自动调节器装在喷油泵的驱动轴上。图 1-250 所示为机械离心式供油提前角自动调整器的结构。

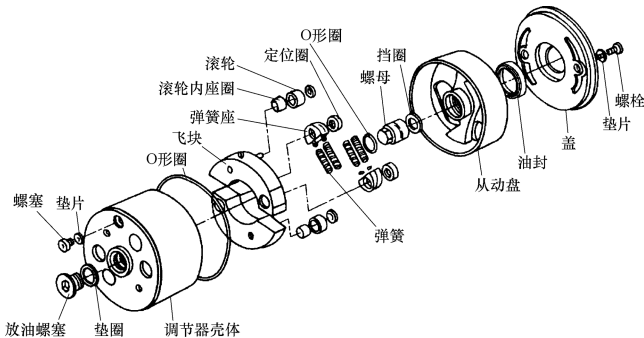


图 1-250 机械离心式供油提前角自动调整器



1-342. 柱塞泵供油提前角自动调节器是如何工作的?

供油提前角自动调节器的工作原理如图 1-251、图 1-252 所示。当柴油机转速上升, 装在调速器壳体上的飞块的离心力开始克服弹簧的预紧力向外张开; 同时, 通过飞块上的滚轮推动与从动盘焊成一体的弧形块运动, 从而使与从动盘连接的喷油泵凸轮轴沿旋转方向相对于调速器壳体转动一个角度, 直到弹簧作用在平侧面上的压缩弹力与飞块离心力相平衡为止, 于是从动盘与调速器壳体同步旋转, 从而改变了喷油泵提前角度。**转速越高, 供油提前角改变量也越大。**

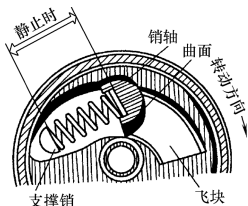


图 1-251 静止状态

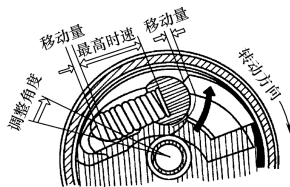


图 1-252 最高转速状态

1-343. VE 泵供油提前角自动调节器结构有何特点?

VE 泵采用液压式供油提前角自动调节器, 位置在 VE 分配泵下部, 由液压缸、活塞、拨销、连接销、弹簧和滚轮座等主要零件组成, 其结构如图 1-253 所示。

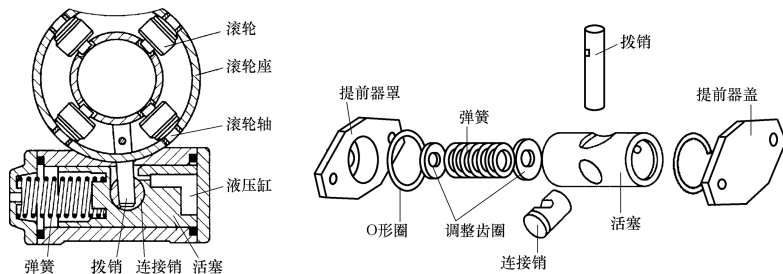


图 1-253 液压式供油提前自动调整装置结构

在喷油泵静止状态时, 活塞在弹簧力作用下, 被推向右侧。当柴油机工作后, 泵内燃油压力升高。当活塞两边失去平衡时, 活塞开始向左移动, 通过连接销、拨销推动滚轮座沿顺时针方向转动, 即滚轮座相对于平面凸轮转动, 迫使平面凸轮提早顶起, 供油提前角增大使供油提前。反之, 转速降低, 滚轮座逆时针方向转动, 即滚轮座顺着平面凸轮转动, 供油提前角减小使供油滞后, 如图 1-254 所示。若**改变弹簧预紧力, 则可以改变供油提前角自动调节装置起作用的转速。**

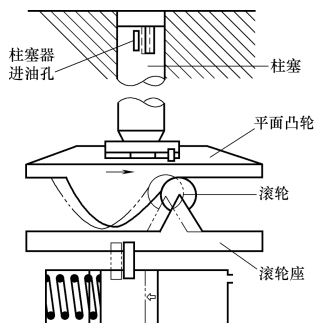


图 1-254 液压式供油提前自动调整装置工作原理

1-344. 何谓泵喷嘴?

所谓泵喷嘴就是喷油泵和喷油器之间不用高压油管而**直接连接**在一起的喷油装置。

1-345. 凸轮驱动式泵喷嘴结构有何特点?

凸轮驱动式泵喷嘴采用柴油机凸轮驱动柱塞往复运动而供油。凸轮驱动式只在喷油时才供油, 所以它的特点是**驱动转矩很低**, 如图 1-255 所示。



● 1-346. 柴油油水分离器结构有何特点？

柴油可能带有以乳化形式或者以自由态形式存在的水（如当温度变化时生成的冷却水），必须防止这种水进入喷油系统。

由于水和油的表面张力不同，会在滤清介质上生成水滴（凝结作用），并积聚在水分离器中。对于自由态的（非乳化的）水来说，可以用附加的水分离器借助于离心力将水滴去除，水的液面利用电导式传感器监测，如图 1-256 所示。

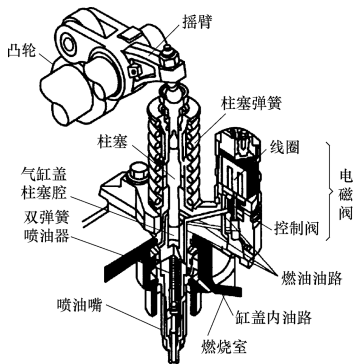


图 1-255 凸轮驱动泵喷嘴

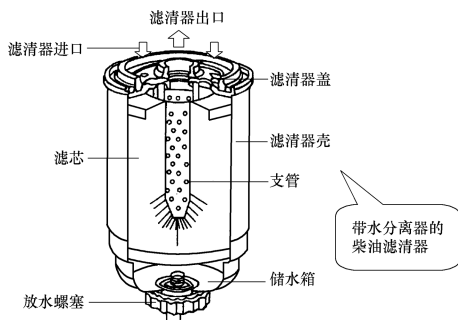


图 1-256 油水分离器

● 1-347. 油水分离器是如何工作的？

柴油经进油口进入分离器，并经出油口流出。柴油中的水分在分离器内从柴油中分离出来并沉积在壳体的底部，浮子随着积水的增多而上浮。当浮子达到规定的放水水位时，液面传感器将电路接通，仪表板上的警告灯发出放水信号，这时驾驶人应及时旋松放水塞放水。手压膜片泵供放水和排气时使用。例如：解放系列柴油车用燃油粗滤清器就是一个起油水分离作用的滤清器。它是一个网式滤芯透明沉淀杯，连接在燃油箱和输油泵之间，可以滤去柴油中较大颗粒的杂质和起油水分离器的作用。该滤清器杯体透明，可以看清杯中的杂质和水分，便于保养更换。这种形式的油水分离滤清器在汽车上应用比较普遍。

● 1-348. 如何检查针阀偶件？

1) 将经过清洗后的针阀从针阀体内拔出，查看密封锥面和导向面的磨损情况；密封环带的宽度应在 0.20 ~ 0.25mm，表面应该是暗灰色。如果发白、发亮，则说明已经磨损严重，应更换新品。

2) 将清洗后的针阀插入针阀体内，然后将针阀偶件倾斜 60°，将针阀拉出工作面全长的 1/3 后放手，针阀应能靠其自身的重量，缓慢而又顺利地下滑，不能有任何阻滞、卡住等现象，否则应更换新品。经验检查方法如图 1-257 所示。

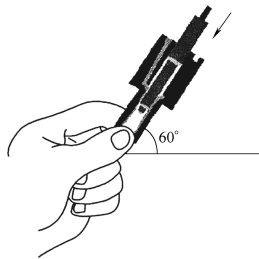


图 1-257 针阀偶件的检查

● 1-349. 如何进行喷油器的喷油试验？

喷油器的喷油试验应在如图 1-258 所示的喷油器试验器上进行。试验主要有以下两项内容。

(1) **调整喷油压力** 以 60 ~ 70 次/min 的速度压动试验器手柄，喷油器开始喷油时压力应在 24.5 ~ 25.3 MPa。若不符合规定，则改变喷油器内调整垫片的厚度进行调整。

(2) **喷射质量检验** 使喷油器以规定的喷油压力以 60 ~ 70 次/min 的喷油速度进行喷射质量



检验。要求喷油油雾均匀分布，不得有油滴飞溅现象；当喷油切断时应有清脆响声；多次喷射后，允许喷孔附近略有湿润，否则应更换针阀偶件。

● 1-350. 如何检查起动加浓电磁阀？

判断电磁阀是否损坏的经验方法是将电磁阀接通 24V 的直流电，若电磁阀工作正常，接通时可以听到较弱的“咔嗒”声。否则应更换电磁阀。其检查方法如图 1-259 所示。

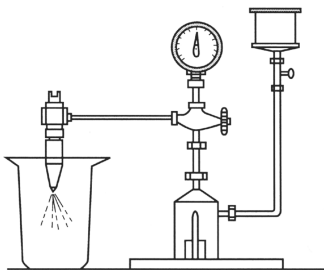


图 1-258 喷油器的试验

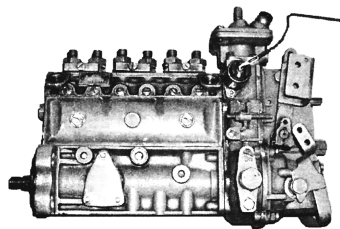


图 1-259 检查起动加浓电磁阀

● 1-351. 如何检查 VE 泵停油电磁阀？

判断电磁阀是否损坏的经验方法可采用万用表检查电磁阀电阻和通过的电流，检查方法如图 1-260 所示。电磁阀电阻值为 $(29.5 \pm 2.5) \Omega$ ，电流应不大于 1A。若测量值不符合规定应更换电磁阀。

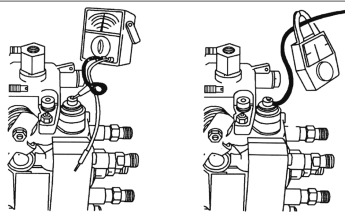


图 1-260 测量停油电磁阀

● 1-352. 如何就车检查 A 型泵的喷油正时？

1) 首先通过发动机旋转转向盘转动发动机曲轴，找到第一缸压缩上止点，此时发动机齿轮室上的正时销与凸轮轴齿轮上的正时孔应对正，如图 1-261 所示。

2) 然后检查喷油泵上的正时销，应正好锁住喷油泵凸轮轴上的正时记号，否则应松开喷油泵与发动机齿轮室的固定螺母，转动泵体调整位置，直至喷油泵上的正时销正好锁住喷油泵凸轮轴正时记号，如图 1-262 所示。

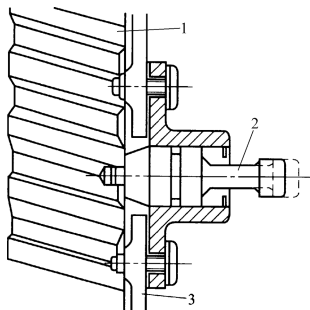


图 1-261 发动机正时销位置

1—凸轮轴正时齿轮 2—正时销 3—齿轮室

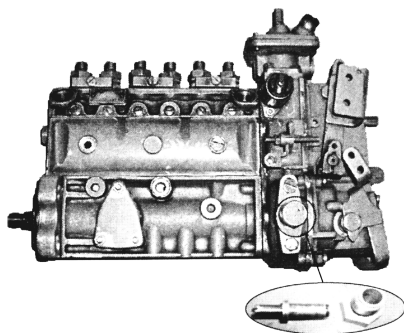


图 1-262 A 型泵正时销

● 1-353. 如何就车检查 VE 泵的喷油正时？

VE 泵的供油正时是通过检查柱塞的预行程确定的。



1) 首先通过发动机旋转转向盘转发动机曲轴,找到一缸压缩上止点(与A型泵相同)。

2) 然后拆除泵头上的检测螺母,装预行程检测仪,按发动机旋向相反的方向旋转曲轴,直至百分表指针到最小;将百分表对“0”位,如图1-263所示。

3) 最后通过发动机旋转转向盘转发动机曲轴,当发动机齿轮室上的正时销与凸轮轴齿轮上的正时孔

对正时,百分表的读数应为 $(2.35 \pm 0.05) \text{ mm}$, 否则应松开喷油泵与发动机齿轮室的固定螺母,转动泵体,直至百分表的读数符合标准。

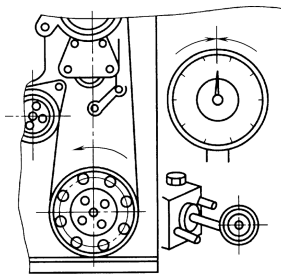


图 1-263 在发动机上检查调整 VE 泵喷油正时

● 1-354. 如何排除油路内的空气?

(1) **排除低压油管、输油泵、燃油滤清器中的空气** 拧松进油管接头上的放气螺钉,用手油泵泵油,直至放气螺钉排出的柴油中不含气泡为止,以 $8 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的力矩拧紧放气螺钉,如图1-264所示。

(2) **排除高压油管中的空气** 拧松固定在喷油器端的第一根高压油管固定螺母,起动发动机,使空气溢出,然后拧紧螺母 ($24 \text{ N} \cdot \text{m}$)。再分别对第二根到第六根高压油管逐一放气,直到发动机运转平稳为止,如图1-265所示。

注意: 每次起动发动机不宜超过 30s, 两次起动中间间隔 2min。

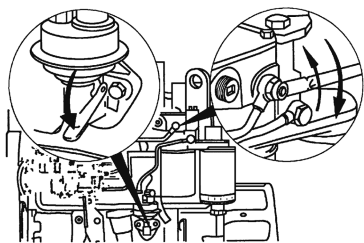


图 1-264 排除低压油路中的空气

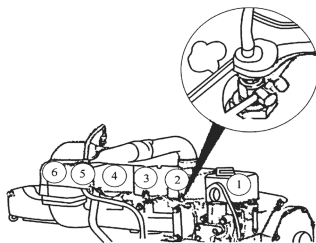


图 1-265 排除高压油路中的空气

● 1-355. 如何诊断与排除柴油发动机不能起动的故障?

(1) **故障现象** 将点火开关置于起动档,发动机达到起动转速,但发动机无发动征兆。

(2) **故障原因** 油箱内油量不足;油路堵塞;燃油泵内部部分机件损坏引起内漏;油管破裂或接头松动;喷油泵断油手柄处于断油位置;喷油泵内部故障;喷油器针阀有积炭或烧结而不能开启。

(3) **故障判断与排除方法**

1) 低压油路故障判断与排除方法。接通起动电路,发动机无起动征兆,当把喷油泵低压油路放气螺塞松开时,如果流出来的柴油内有气泡,则为低压油路故障。

①检查油箱内燃油量是否足够。②检查油管及接头有无松动、破裂漏油。③检查输油泵是否损坏。④检查燃油细滤器及其进油管接头滤网、燃油细滤器中的滤网、高压油泵进油口滤网是否堵塞。⑤用手油泵反复泵油时,感到输油泵出油口没有压力或压力很小,输油泵进油口无吸力,说明输油泵发生内漏。

2) 高压油路故障判断与排除方法。接通起动电路,发动机无起动征兆,当把喷油泵低压油



路放气螺塞松开时, 流出来的柴油内没有气泡, 则为高压油路故障。

- ①检查断油手柄位置, 若处于断油位置则放到供油位置。
- ②检查高压油管, 若破裂或其接头松动, 则更换或拧紧。
- ③排除高压油管中的空气。拧松第一缸高压油管固定于喷油器端的连接螺母, 起动发动机, 使空气溢出, 依次对其余各缸操作, 排除高压油管内的空气。
- ④若起动发动机, 若高压油管中根本没有油, 说明喷油泵有故障, 拆卸喷油泵检修。
- ⑤若高压油管中来油顺畅, 则说明喷油器有故障, 应对喷油器检修。

● 1-356. 如何诊断与排除柴油发动机功率不足故障?

(1) **故障现象** 发动机达不到应有的转速, 车辆行驶无力、加速不灵, 有时排气管排烟量增大, 转速不稳, 容易熄火, 冷却液温度过高。

(2) **故障原因** 油路不畅、燃油滤清器堵塞、油路中有空气或燃油中有水; 空气滤清器堵塞; 输油泵供油不足; 供油时间不正确; 喷油泵供油量不足或调速器有故障。油门拉杆调整不当; 发动机温度过高。

(3) 故障判断与排除方法

1) 汽车在行驶中感到无力, 但排气管排烟正常, 加速不良。当冷却液温度表显示温度过高时, 此时应停车检查。

2) 当发动机空转加速时有所改善, 则多为低压油路不畅, 应先按“发动机不能起动”中所述的低压油路故障进行判断、检查和排除。

3) 在检查低压油路时, 先将输油泵出油口接头松开, 用手堵住出油口, 然后用手油泵泵油, 如感觉出油口压力不足, 则说明输油泵损坏, 修理或更换输油泵即可。

4) 若发动机运转不平稳、加速不灵、排气管排出的烟为灰白或灰黑色, 而发动机冷却系统各部位工作正常, 但温度高, 则多为供油过迟。若发动机高速运转时, 稍有颤抖现象但无敲击声, 排气管有少量黑烟排出, 则多为供油时间过早。

5) 当发动机怠速运转时, 排气管排烟正常, 中速以上运转时排气管有黑烟排出, 急加速时转速不易提高, 空气滤清器颤抖或进气胶管凹陷, 当拆开空气滤清器接进气管接口时, 发动机工作正常, 则为空气滤清器堵塞, 应更换滤芯。

6) 汽车在行驶中发动机不能达到应有的转速, 感到无力, 排烟正常, 运转平稳无异常响声, 当加速踏板踏到底、喷油泵调速操纵臂不能与高速限位螺钉接触, 则为油门拉杆、摇杆和摇杆轴配合松动或螺钉松动。

7) 当加速踏板不能踏到底时, 可检查加速踏板到喷油泵调速臂之间的传动机构是否有发卡现象。此时可拆下喷油泵调速臂与油门拉杆接头, 用手操纵调速臂, 看是否能与高速限位螺钉接触。若正常, 则为油门操纵机构或拉杆发卡; 若不正常, 则为调速器或供油齿条发卡, 应进行排除。

● 1-357. 如何排除与诊断个别缸不工作?

(1) **故障现象** 发动机动力明显下降, 发动机在各转速下都有抖动现象, 在怠速运转时抖动更明显; 排气管排烟没有规律。

(2) **故障原因** 喷油泵故障; 燃油系统中有水; 喷油器不喷油或雾化不良; 气缸垫损坏或个别缸压缩压力不足。

(3) 故障判断与排除

1) 如果发动机抖动严重, 应检查各高压油管是否有破裂或油管接头漏油的现象。如果油管完好, 接头没有漏油的现象, 可用断油法检查出故障缸。将喷油泵高压油管接头松开, 发动机转速降低, 出现明显缺缸现象; 当拧紧后又恢复原来的工作状态, 这说明该缸工作正常; 如果反复



松开、拧紧高压油管接头，发动机转速无变化，则该缸为故障缸。拆下喷油器，在缸体外部进行喷油检查。如果发现不正常时，应排除喷油器故障；如果正常，则是气缸密封性差。

2) 在使用中由于气缸压力降低，造成个别气缸不能正常工作的原因及判断方法如下。

① 起动发动机，发动机在各种转速下运转都发出有规律的突突声，排气管有间断灰白色烟雾排出，而排出的灰白色烟雾频率与发动机的突突声相重合；当对故障气缸断油时，排气管灰白色烟雾消失，但发动机仍然抖动，发动机怠速运转时更为明显，该故障为气门漏气。

② 当故障缸为相邻两缸时，发动机起动比较困难，其他现象如上条所述且很明显，则多为相邻两缸中的气缸垫损坏。

③ 如果拆下故障气缸喷油器发现针阀体前部上面有机油和积炭；检查发现油底壳油面增高，内含柴油，则为活塞环粘结或拉缸。

④ 如果燃油系统中有水，排气管排烟时有较浓的白色烟雾，有水滴滴出；怠速时观察散热器加水口，水中有气泡冒出，在使用中水位下降；机油有变质现象，则为气缸与水套相通。

● 1-358. 如何排除排气管排黑烟故障？

(1) **故障现象** 发动机运转无力、转速不均匀、冒黑烟，当加大供油量时，出现敲击声。

(2) **故障原因** 柴油机超负荷运行，供油量过多；柴油质量太差，以致燃烧不完全；进气系统堵塞，气缸进气量不足；增压器有故障，供气压力不够；喷油器雾化质量差，有滴油现象；气门间隙调整不当或喷油正时失准。

(3) **故障判断与排除方法** 排气管冒黑烟，主要是供油量过多，在缺氧情况下，燃烧不完全，一部分碳元素呈悬浮游离状随废气一起排出，形成黑烟。排除方法如下。

- 1) 柴油质量太差，应更换合适的燃油。
- 2) 进气系统堵塞，应清洁或更换空气滤清器。
- 3) 增压器失效，出现故障应进行检修。
- 4) 气门间隙调整不当，应按规定数据进行调整。
- 5) 各气缸供油过多，应打开调速器盖，检查调节齿杆的刻线是否向油泵壳内移入过多，同时还需要检查调速器飞块是否卡阻，如果飞块卡阻也会引起供油过多。
- 6) 柴油机供油正时不对，应按规定要求重新调整。

● 1-359. 如何排除排气管排白烟故障？

(1) **故障现象** 发动机运转无力，运转不均匀。

(2) **故障原因** 柴油中有水或水套中的水进入气缸，变为水蒸气从排气管排出，好似白烟；冬季或下雨天时汽车停在室外，在初起动时，排气管冒出白烟，发动机热车后白烟消失；气缸垫损坏或气缸盖和气缸体水道相通；供油时刻过晚，喷油压力过低，柴油雾化不良，使柴油不能充分燃烧呈雾状排出。

(3) **故障判断与排除方法**

1) **首先检查柴油中是否有水。** 拆下喷油器高压油管接头，拆下喷油泵侧盖，使供油拉杆处于最大供油位置，用手油泵泵油的同时，用工具撬动分泵柱塞弹簧座，如从高压油管接头处流出含有水珠的柴油，说明油中有水。将柴油滤清器的放污塞打开，放出水 and 污物。再用手油泵泵油，撬动分泵柱塞，直至高压油管接头处流出纯柴油为止。并在柴油溢流的情况下，拧紧油管接头。用上述同样方法，将每个气缸的高压油路中的水排出。

2) **如有水漏入气缸或油底壳机油油面升高，机油中有水或散热器上部有气泡冒出，说明冷**

却液进入气缸。应拆下缸盖,检查气缸垫是否有损坏,如果气缸垫损坏则应更换。检查气缸盖,如果发现变形也应更换。检查气缸盖螺栓拧紧力矩,如果不符合规定,应按规定力矩拧紧。如果上述检查无故障,应拆散发动机,对气缸进行水压试验。如气缸壁上出现水迹,即为漏水,应修复或更换气缸体。

3) 喷油压力不足的检查调整。检查喷油器应在专用的试验台上进行,当以 60~70 次/min 速度泵油、压力为 24.5~25.3MPa 时,喷雾要均匀,断油要彻底,并发出清脆的响声。若不符合标准,应按要求进行调整。增厚调整垫片则提高喷油压力提高,减薄调整垫片则喷油压力降低。

● 1-360. 如何排除排气管冒蓝烟故障?

(1) **故障现象** 发动机起动初期排蓝烟,待温度升高后,排炭灰烟,发动机无力。
(2) **故障原因** 油底壳机油过多或机油油压过高;活塞与气缸壁之间间隙过大;活塞环损坏或装反;气门杆与导管磨损,间隙过大;曲轴箱通风气道堵塞,油底壳内压力增大。

(3) 故障判断与排除

1) 检查发动机油底壳中的机油量、质量和温度。如果机油油面过高,应放出多余的机油。如果机油温度过高,质量变坏,则可判定为气缸衬垫烧毁,应更换气缸衬垫。

2) 如果不是上述原因,可拆检喷油器,如果积炭严重,应进一步拆检发动机。主要检查项目是活塞环是否有断裂、弹力失效、开口重叠,有无拉缸现象,曲轴轴承和连杆轴承间隙是否过大,气门杆与导管间隙是否过大,应视情况修复或更换不合格零件。

● 1-361. 如何排除发动机怠速不稳故障?

(1) **故障现象** 发动机怠速转速高于标准,且时高时低,有时会熄火,伴随发动机抖动,高速时抖动现象减轻。

(2) **故障原因** 怠速供油量不均匀;低压油路有空气;调速器调整不当;齿圈、齿条间隙太大;柱塞磨损;喷油雾化不良、滴油。

(3) 故障判断与排除方法

1) 在发动机运转时用输油泵泵油,如发动机怠速稳定现象好转,则是低压油路中有空气所致,排除低压油路中的空气即可。

2) 拆下喷油泵边盖(A型泵),扳动操纵杆,检查齿条、齿圈配合间隙是否符合要求,齿条前后移动应灵活,否则应检查修理喷油泵。

3) 如不是以上的原因,可用手固定齿条、齿圈位置,检查怠速是否稳定,如不稳定应上试验台检查供油量是否均匀,如不均匀调试均匀即可;否则就是调速器故障。

● 1-362. 如何排除飞车故障?

(1) **故障现象** 松开加速踏板后,发动机转速下降很慢,甚至不下降反而上升。尤其是在全负荷或超负荷运转时,突然减小发动机负荷时,转速自动升高,超过额定转速而失去控制。

(2) **故障原因** 操纵臂连接装置安装不当;柱塞磨损严重;调速器调整不当或卡死;供油量太多。

(3) 故障判断与排除方法

1) 检查操纵臂连接装置安装是否正确,是否有发卡等现象,如果有应及时排除。

2) 拆下喷油泵边盖(A型泵),扳动操纵杆,检查齿条、齿圈配合间隙是否符合要求,柱塞偶件是否转动灵活,否则应更换。

3) 上试验台检查供油量调整是否正确,如不正确应重新调试。

4) 如不是以上原因,应检查预热装置、废气涡轮增压器以及气门油封有无漏油现象。一般开



车前,应将发动机热车后,空载加速至高速,然后迅速松开加速踏板,查看发动机转速能否迅速下降,若下降较慢,则是“飞车”的前兆。一旦发生“飞车”,应立即采取以下措施使发动机熄火。

- ① 若汽车在运行中,千万不要脱档或踩下离合器,应紧急制动直至发动机熄火。
- ② 若汽车处于停驶状态时,发动机出现“飞车”的故障,则立即堵住空气滤清器,使发动机熄火。
- ③ 迅速将点火开关关闭,使其断油熄火。
- ④ 有减压装置的,迅速将减速手柄拉到减压位置。
- ⑤ 进、排气管道带阀门的可将阀门关闭,如果没有阀门的可拆下空气滤清器,堵住进气管道。
- ⑥ 供油拉杆或齿杆外露的喷油泵,可迅速将拉杆推向停油位置。
- ⑦ 松开各缸高压油管或低压油路的油管接头以停止供油。
- ⑧ 及时挂入高速档,踩下制动踏板,缓抬离合器,使发动机熄火。

● 1-363. 什么是“游车”?产生的原因是什么?如何排除?

游车是指柴油机转速忽高忽低、飘忽不定,并且呈现出一定规律性。它通常出现在低速或中速范围内。

发生游车时,打开喷油泵边盖,可以看到调节齿杆有规律地往复移动,轻微时可看到调节齿杆抖动。

(1) **故障原因** 柱塞转动、控制套筒发生阻滞,调节齿杆和调节齿圈间有异物,调节齿杆在衬套中移动发生阻滞,使调节齿条发涩;由于调速弹簧失效、各铰链处磨损间隙增大、运动件卡住;调速器内的润滑油过多、过粘。

(2) **排除方法** 首先检查调速器内润滑油是否过多过粘,多的要放出,过粘要更换。其次应检查调速器铰链连接处的松旷程度,如间隙过大应排除。第三拆掉齿杆与调速器的连接销,转动发动机曲轴,同时用手移动齿杆,若喷油泵齿轮轴转至任何位置,齿杆都能灵活平顺地移动,说明故障在调速器;若凸轮轴转至某一位置,齿杆被卡滞,则故障在齿杆(停机状态)。

● 1-364. 喷油器在使用中有哪些常见故障?故障原因是什么?如何检查判断与排除?

(1) 常见故障

1) 喷油器滴油。

① 故障原因。针阀体密封锥面因长期遭受针阀的频繁冲击而使密封性受损。

② 故障现象。当发动机温度低时,排气管冒出股股白烟;发动机温度上升后则变成黑烟,缸内或排气管还发出不规则的放炮声。若停止向该缸供油,排烟与放炮声便消失。

③ 故障排除措施。在针阀头部蘸少许氧化铬细研磨膏(注意不要沾在针阀孔内)对锥面进行研磨,最后在柴油中洗净,装入喷油器试验。若仍不合格则应更换针阀偶件。

2) 针阀咬死。

① 原因。针阀因锈蚀、积炭而被卡住。

② 现象。喷油器失去喷油能力,该缸停止工作。

③ 措施。针阀偶件放在废机油中加热至沸腾冒烟,然后抽出针阀,再放入柴油中进行清洗。装入喷油器进行试验。



3) 与针阀体导向面磨损。

① 原因。配合间隙逐步增大,或因拉伤而出现刻痕,于是喷油器内漏增加。

② 措施。应更换磨损超限的针阀偶件。

4) 喷孔扩大。

5) 喷油器喷油压力过低。

6) 针阀体端面磨损。

7) 用错针阀偶件。

8) 喷油器与缸盖接合孔漏气窜油。

9) 喷油器回油管破损。

(2) 检查判断与排除

1) 不停机检查判断。在怠速运转工况,依次逐缸断油法检查,观察柴油机转速、排烟变化。

2) 停机检查。把调速器操作手柄放在最大供油位置,用螺钉旋具撬动喷油泵分泵滚轮体部件使喷油泵供油;同时,另一人用长螺钉旋具触在喷油器上部诊听。如能听到喷油器发出清脆的“啞、啞”声响,说明喷油器雾化良好,否则雾化不良。



第六节 润 滑 系 统



1-365. 润滑系统有何功用?

润滑系统的功用是在发动机工作时连续不断地把数量适当的洁净机油输送到全部传动件的摩擦表面,并在摩擦表面之间形成油膜,实现液体摩擦。从而减小摩擦阻力、降低功率消耗、减轻机件磨损,以达到提高发动机工作可靠性和耐久性的目的。

1-366. 润滑方式有哪几种形式?

(1) **压力润滑** 压力润滑是以一定的压力把机油供入摩擦表面的润滑方式。这种方式主要用于主轴承、连杆轴承及凸轮轴承等负荷较大的摩擦表面的润滑。

(2) **飞溅润滑** 利用发动机工作时运动件溅泼起来的油滴或油雾润滑摩擦表面的润滑方式,称飞溅润滑。该方式主要用来润滑负荷较轻的气缸壁面和配气机构的凸轮、挺柱、气门杆以及摇臂等零件的工作表面。

(3) **润滑脂润滑** 通过润滑脂嘴定期加注润滑脂来润滑零件的工作表面,如水泵及发电机轴承等。

1-367. 润滑系统的组成及油路如何?

润滑系统由油底壳、机油、机油滤清器、机油泵、机油集滤器、主油道、分油道和各摩擦表面部分组成。发动机上的润滑路线及润滑油路循环图如图 1-266 所示。

1-368. 机油有何功用?

(1) **润滑** 机油在运动零件的所有摩擦表面之间形成连续的油膜,以减小零件之间的摩擦。

(2) **冷却** 机油在循环过程中流过零件工作表面,可以降低零件的温度。

(3) **清洗** 机油可以带走摩擦表面产生的金属碎末及冲洗掉沉积在气缸、活塞、活塞环及其他零件上的积炭。

(4) **密封** 附着在气缸壁、活塞及活塞环上的油膜,可起到密封防漏的作用。

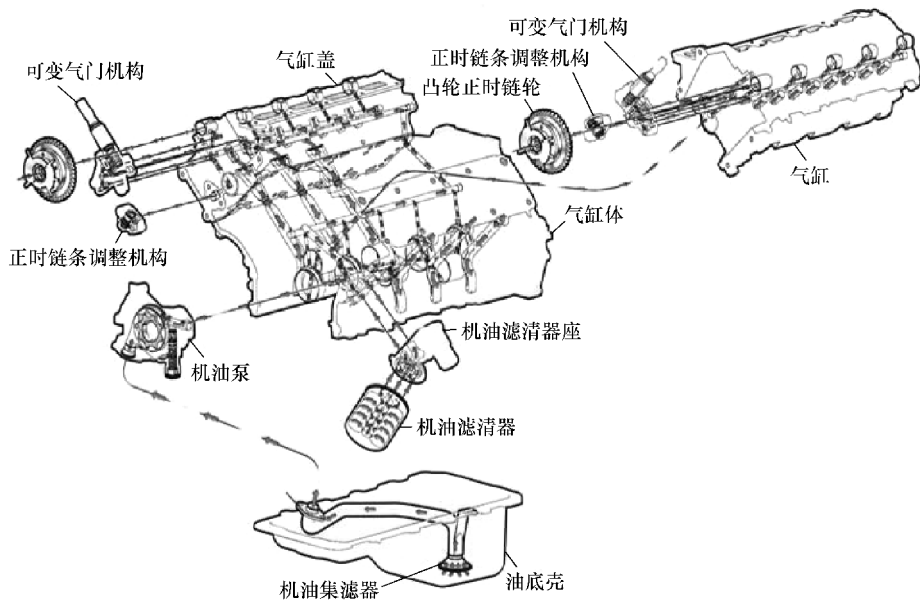


图 1-266 发动机上润滑路线

(5) **防锈** 机油可防止零件发生锈蚀。

(6) **减振** 在曲轴颈与轴承之间，总是存在一定空隙，这些间隙中充满机油，当气缸里的可燃混合气着火燃烧，活塞上的负荷突然增加时，轴承和轴颈之间的油层起着缓冲作用。由于机油吸收和缓冲负荷突然增加时类似锤击的作用，因而可降低发动机的噪声、振动和减少零件的损伤。

1-369. 机油如何分类？

国际上广泛采用美国 SAE 黏度分类法和 API 使用分类法，而且它们已被国际标准化组织 (ISO) 确认。美国工程师学会 (SAE) 按照机油的黏度等级，把机油分为冬季用机油和非冬季用机油。冬季用机油有 6 种牌号：SAE0W、SAE5W、SAE10W、SAE15W、SAE20W 和 SAE25W。非冬季机油有 5 种牌号：SAE20、SAE30、SAE40、SAE50 和 SAE60。号数较大的机油黏度较大，适于在较高的环境温度下使用。

API 使用分类法是美国石油学会 (API) 根据机油的性能及其最适合的使用场合，把机油分为 S 系列和 C 系列两类。S 系列为汽油机油，目前有 SA、SB、SC、SD、SE、SF、SG 和 SH 8 个级别。C 系列为柴油机油，目前有 CA、CB、CC、CD- II、CE 5 个级别。级号越后，使用性能越好，适用的机型越新或强化程度越高。其中，SA、SB、SC 等级别的机油，除非汽车制造厂特别推荐，否则将不再使用。目前，使用的机油大多数具有多黏度等级，其牌号有 SAE5W-20、SAE10W-30 (适用温度 -30 ~ 30℃)、SAE15W-40 (适用温度 -40 ~ -20℃)、SAE20W-40 (适用温度 -40 ~ -10℃) 等。例如：SAE10-30 (多级黏度机油) 在低温下使用时，其黏度与 SAE10W 一样，而在高温下其黏度又与 SAE30 相同，因此，可以冬夏通用。为简化品种，我国也生产了汽柴通用机油，如 SF/CD 15W/40 表示该机油既可用于要求使用 SF15W/40 级机油的汽油机，也可用于要求使用 CD/15W /40 级机油的柴油机。

1-370. 机油泵有何功用？

机油泵的功用是保证机油在润滑系统内循环流动，并在发动机任何转速下都能以足够高的压力向润滑部位输送足够数量的机油。



1-371. 大众具有自我调节功能的双中心机油泵结构有何特点?

机油泵固定在缸体上, 由一根单独的链条来驱动。机油泵的结构如图 1-267 所示。

1-372. 大众具有自我调节功能的双中心机油泵是如何工作的?

链轮通过驱动轴驱动内转子, 再来带动外转子, 外转子在调节环内旋转。内外转子的旋转不同轴, 运动过程中, 在进油侧就产生一个增大的腔。机油被吸入并压到高压端。由于高压端体积不断减小, 机油就被压入润滑系统内。限压阀(冷起动阀)装在高压端, 防止发动机压力过高, 大约在 600kPa 的时候打开。泵调节是一个动态过程, 直接取决于发动机排量。

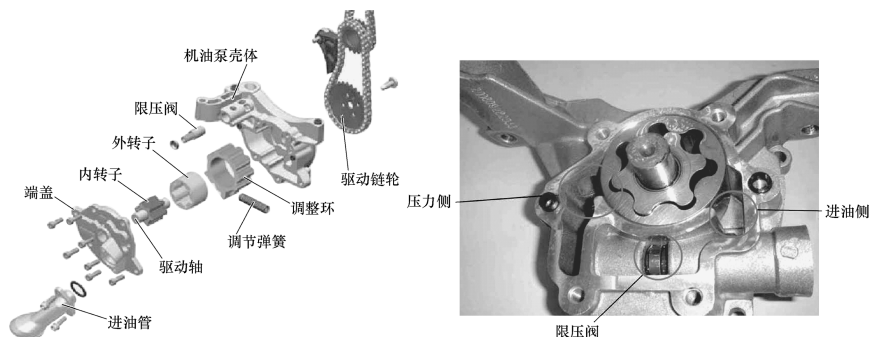


图 1-267 机油泵的结构

转速升高, 机油需要也升高。为了满足这个要求的同时, 还能保证保持恒定的压力, 就需要改变机油泵的供油速率。这是通过旋转泵内的调整环来完成的。恒定的压力可以保证在发动机任何转速区域内机油的供油量。由于调整环转动, 外转子也就自动调整。内外转子的转轴发生改变, 因此泵腔的容积也发生了变化。机油泵供油侧压力发生变化时, 调整环会自动旋转。这种旋转是调节弹簧提供的, 它在机油泵壳体内。

1-373. 机油滤清器功用、滤清方式如何?

机油滤清器的功用是滤除机油中的金属磨屑、机械杂质和机油氧化物。如果这些杂质随同机油进入润滑系统, 将加剧发动机零件的磨损, 还可能堵塞油管或油道。

机油滤清的方式有两种, 即全流式和分流式, 如图 1-268 所示。全流式机油滤清器串联于机油泵和主油道之间, 因此全部机油都经过它滤清。目前在轿车上普遍采用全流式机油滤清器。在货车特别是重型货车上一般采用粗(滤除 0.05mm 以上杂质)、细双级滤清器(滤除 0.001mm 及细小杂质)。其中机油粗滤器与主油道串联, 而分流式机油细滤器则与主油道并联, 经过粗滤器的机油进入主油道, 而流过细滤器的机油直接返回油底壳。

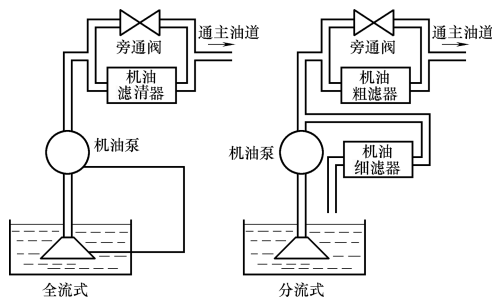


图 1-268 两种滤清方式

1-374. 全流式机油滤清器结构有何特点?

现代汽车发动机所采用的全流式滤清器多为过滤式, 其构造如图 1-269 所示。纸滤芯 6 装在滤清器外壳 5 内, 滤清器出口油口 1 是螺纹孔, 借此螺纹孔把滤清器拧在机体上的螺纹接头上, 螺纹接头与机体主油道相通。在机体安装平面与滤清器之间用密封圈 4 密封。机油从纸滤芯的外围进入滤清器中心, 然后经出口油口流进机体主油道。机油流过滤芯时杂质被截留在滤芯上。



1-375. 改进型机油滤清器结构有何特点?

用筒式机油滤清器(图 1-270)来替代现在的滤清器总成,以配合改进后的正时罩盖的使用。同以前的滤清器相比,筒式滤清器可以从上面很方便地拆装。为了保证在拆卸机油滤清器的时候,不出现洒机油的现象,就要求机油直接流回油底壳。在拧紧螺纹后,这个油路被弹簧密封圈密封。当滤清器被拆下来后,里面的阀就会关闭,防止机油外泄。

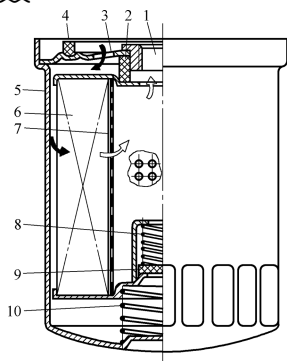


图 1-269 全流式滤清器

- 1—出油口 2、4—密封圈 3—进油口
5—滤清器外壳 6—纸滤芯 7—滤芯衬网
8—旁通阀弹簧 9—旁通阀片 10—弹簧



图 1-270 筒式机油滤清器

1-376. 机油滤清器何时更换?

乘用车一般每行驶 5000 ~ 7500km时更换机油和机油滤清器。更换前应检查机油品质和液位是否符合要求,以检查发动机润滑系统是否正常。

1-377. 如何更换机油?

- 1) 打开机油盖。
- 2) 举升车辆(注:举升车离地面 20cm 左右时用手推动看是否支承好)。
- 3) 检查发动机各接触面、各油封、排放塞等处是否漏油。
- 4) 将机油回收车拉至发动机油底壳下方,旋松放油螺栓,放出机油。对有垫片的放油螺栓,应检查垫片,视情更换。

5) 更换机油滤清器。

- ① 用机滤扳手拆下机油滤清器。
- ② 检查和清洁机油滤清器安装座表面。

③ 在新的机油滤清器密封圈上涂上清洁的发动机机油。若不涂机油,安装时密封圈与接合面发生干摩擦,密封圈易翘曲和损坏,造成密封不良而漏油,如图 1-271 所示。(注:安装新的滤清器时,应在机油滤清器密封垫上涂上干净的机油,同时倒入少量机油。)

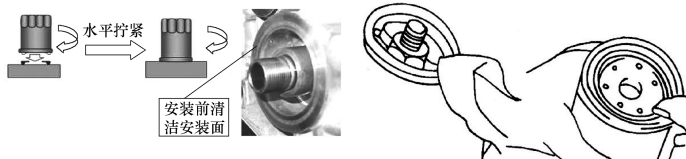


图 1-271 在机油滤清器垫上涂抹机油

④ 用手轻轻拧紧机油滤清器,直到感觉到有阻力为止。再用专用工具重新拧紧机油滤清器 1/2 ~ 3/4 圈。注意不要拧得过紧,否则会损坏螺纹或机油滤清器。



⑤ 加入机油，起动发动机，检查机油滤清器和放油螺栓处是否有渗漏现象。

1-378. 机油压力过高是什么原因？

发动机在正常工作温度和转速下，机油压力表读数高于规定值。此时可判定为发动机机油压力过高故障。产生此故障的原因及处理方法如下。

- 1) 机油黏度过大。更换机油或重新选用机油。
- 2) 机油限压阀弹簧压力调整过大。重新调整弹簧压力。
- 3) 机油限压阀的润滑油道堵塞。清洗润滑油道。
- 4) 曲轴主轴承、连杆轴承或凸轮轴轴承间隙过小。必要时光磨曲轴、凸轮轴或更换轴承。
- 5) 机油压力表或其传感器工作不良。检修或更换机油压力表及其传感器。

1-379. 机油压力低是什么原因？

发动机在正常工作温度和转速下，机油压力表读数低于规定值或油压报警器报警，此时可判定为发动机机油压力过低故障。产生此故障的原因及处理方法如下。

- 1) 机油集滤器网堵塞。清洗机油集滤器。
- 2) 机油滤清器堵塞。清洗或更换机油滤清器。
- 3) 油底壳内机油油面过低。按规定补充机油。
- 4) 机油黏度降低。更换机油。
- 5) 机油限压阀弹簧失效或调整不当。更换弹簧或重新调整。
- 6) 润滑油油管接头漏油或进入空气。检修机油管路，排出空气。
- 7) 润滑油道堵塞。清洗润滑油道。
- 8) 机油泵性能不良。检修或更换机油泵。
- 9) 曲轴主轴承、连杆轴承或凸轮轴轴承间隙过大。必要时光磨曲轴、凸轮轴或更换轴承。
- 10) 机油压力表或其传感器工作不良。检修或更换机油压力表及其传感器。

1-380. 机油消耗过多是什么原因？

如果机油消耗量超过规定值，排气冒蓝烟，气缸内积炭增多，则可判定有机油消耗过多故障。此故障主要是泄漏和烧机油造成的，造成机油消耗过多的原因及处理方法如下。

- 1) 活塞、活塞环与气缸壁的间隙过大或活塞环与环槽的侧隙过大。检修或更换活塞、活塞环和气缸。
- 2) 气门与气门导管间隙过大或气门密封圈失效。检修或更换气门，更换气门导管或气门密封圈。
- 3) 发动机各部件密封表面漏油。检查发动机各部件的可能漏油表面。
- 4) 曲轴箱通风不良。检修曲轴箱通风装置。
- 5) 大修后扭曲环或锥面环装反。重新安装活塞环。

注：机油正常消耗量为 0.5L/1000km。

1-381. 机油变质是什么原因？

机油颜色变黑，黏度下降或上升；添加剂性能丧失，含有水分；机油乳化，呈乳浊状并有泡沫。出现这些现象，则为机油变质。机油变质可通过手捻、鼻嗅和眼观的人工经验法检验。如果机油发黑、变稠一般由机油氧化造成；如果机油发白则证明机油中有水；如果机油变稀则为汽油



或柴油稀释引起。为精确分析机油变质原因,最好使用油质仪和滤纸斑点试验法进行机油品质检查。出现故障的原因及处理方法如下。

- 1) 活塞、活塞环与气缸壁的密封不良。检修活塞、活塞环和气缸。
- 2) 机油使用时间太长。更换机油。
- 3) 滤清器性能不良。更换滤清器。
- 4) 曲轴箱通风不良。检修曲轴箱的通风装置。
- 5) 发动机缸体或缸垫漏水。检修发动机缸体或更换发动机缸垫。

1-382. 润滑系统油路如何清洗?

- 1) 润滑系统的清洗一般在更换润滑油时进行。
- 2) 清洗时,可将润滑系统各部件及油管拆下来,放到煤油或柴油中进行清洗,然后擦净吹干后复装。

方法:首先在停机后立即放出曲轴箱和滤清器内的润滑油,然后加注相当于润滑系统容量 60%~70% 的混合油(在润滑油中掺入 15%~20% 的柴油或煤油),使发动机以 700r/min 的转速空转 5~8min,而后停机放出混合油,并清洗润滑油滤网、机油滤清器和冷却器等机件。

3) 清洗后,按季节加注规定牌号的润滑油,转动曲轴使润滑油充满油路,并起动发动机以低速运转 2~3min。**停机 0.5h 后复检润滑油液面。**

1-383. 如何检测机油压力?

- 1) 拔下机油压力传感器的线束插头,拆下机油压力传感器。
- 2) 将机油压力表的软管接头拧入安装机油压力传感器的螺栓孔内,并拧紧接头,如图1-272所示。
- 3) 将机油压力表放置在不会接触到发动机旋转部件及高温部件的地方。
- 4) 起动发动机,检查机油压力表接头处有无漏油,如有漏油应熄火后重新拧紧接头。
- 5) 运转发动机使之达到正常的工作温度,分别在怠速和 2000r/min 时检查油压表的读数,并与标准值进行比较。机油压力也可用普通油压表(量程为 1MPa 左右)测量。

6) 各种车型发动机一般怠速时应大于 0.05MPa,在 2000r/min 时应大于 0.2MPa。

7) **汽车在行驶时机油压力一般保持在 0.2~0.5MPa;发动机温度较高而转速低时,机油压力不低于 0.2MPa;发动机温度较低而转速较高时,油压不应高于 0.5MPa,发动机怠速运转时油压不应低于 0.1MPa。**

8) 测量完油压后,应拆下机油压力表,装上机油压力传感器并按规定力矩拧紧,接上线束插头,起动发动机确认机油压力传感器没有漏油。

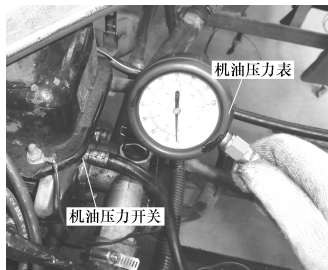


图 1-272 机油压力表的安装



第七节 冷却系统



1-384. 冷却系统的功用、组成如何?

(1) **功用** 冷却系统的功用是**使发动机在所有工况下都保持在适当的温度范围内**。冷却系统既要防止发动机过热,也要防止发动机过冷。在冷起动之后,冷却系统还要保证发动机迅速升



温, 尽快达到正常的工作温度。

(2) **组成** 冷却系统一般由散热器、水泵(电动水泵)水管、水套、节温器(电子节温器)、膨胀水壶、电子风扇、温度传感器和冷却液温度表等组成。

1-385. 节温器有何功用?

节温器是控制冷却液流动路径的阀门。当发动机冷启动时, 冷却液的温度较低, 这时节温器将冷却液流向散热器的通道关闭, 使冷却液经水泵入口直接流入机体或气缸盖水套, 以便使冷却液能够迅速升温。如果不装节温器, 让温度较低的冷却液经过散热器冷却后返回发动机, 则冷却液的温度将长时间不能升高, 发动机也将长时间在低温下运转。同时, 车厢内的暖风系统在长时间内不能发挥作用。

1-386. 双阀蜡式节温器工作原理是什么?

双阀蜡式节温器如图 1-273 所示。长方形的阀座与下支架铆接在一起, 紧固在阀座上的中心杆的锥形下端插在橡胶管内。橡胶管与感温器体之间的空腔内充满特制的石蜡。常温下石蜡呈固态, 当温度升高时, 逐渐熔化, 体积也随之增大。感温器体上部套装在主阀门上, 下端则与副阀门铆接在一起。**节温器安装在水泵下端, 进水口的前部, 用来控制水泵的进水。**

当冷却液温度低于 85°C 时, 节温器体内的石蜡体积膨胀量尚小, 故主阀门受大弹簧作用紧压在阀座上, 来自散热器的水道被关闭, 而副阀门则开启来自发动机的旁通水道, 所以冷却液便不经过散热器, 只在水泵与发动机水套之间作小循环流动。这样, 发动机开始工作时, 冷却液快速升温, 能很快暖机, 在短时间内达到发动机正常工作温度。**当冷却液温度高于 85°C 时**, 石蜡体积膨胀, 使橡胶管受挤压变形, 但由于中心杆是固定不动的, 于是橡胶管收缩, 对中心杆锥形端部产生一轴向推力, 迫使感温器体压缩大弹簧, 使主阀门逐渐开启, 副阀门逐渐关闭, 因而部分来自散热器的冷却液做大循环流动。随着温度升高, 主阀门开大, 大循环冷却液量增多。**当冷却液温度达到 105°C 时**, 主阀门全开, 全开升程至少 7mm, 副阀门则完全关闭, 全部冷却液流经散热器做大循环流动。

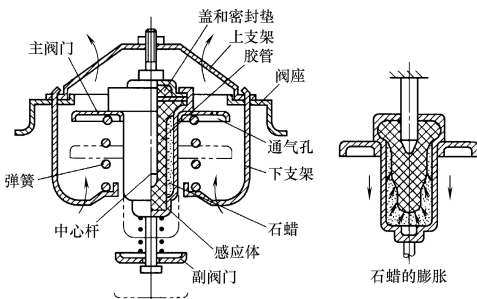


图 1-273 节温器原理图

1-387. 双节温器结构有何特点?

为了使发动机缸体温度迅速升高, 同时缸体的温度比缸盖温度稍微高一些, **系统中设有两个节温器, 都装在一个支架上。**两个节温器采用的是“Expansion Elements”(膨胀元件安装在节温器内, 里面填充石蜡, 受热膨胀会顶起升程销。升程销带动节温器盘来打开大循环)原理。为了监控冷却液温度, 冷却液温度传感器 G62 装在节温器 2 上, 其结构如图 1-274 所示。

1-388. 新型电控水泵结构有何特点?

新款奥迪 A6 的新型水泵(图 1-275)由球阀 1、2 控制冷却液循环, **取消了节温器, 球阀开度由触点位置传感器获得**, 集成废气冷却系统的缸盖(IAGK)。这种结构的特点为: 通过集成的废气冷却通道实现热量管理的功能; 通过废气加热冷却液(暖风热交换器), 提高了用户的舒适性; 根据点火顺序布置冷却通道; 减轻重量 1.5kg。

1-389. 如何检查冷却系统的密封性?

1) 打开冷却液补偿罐的补偿罐盖。

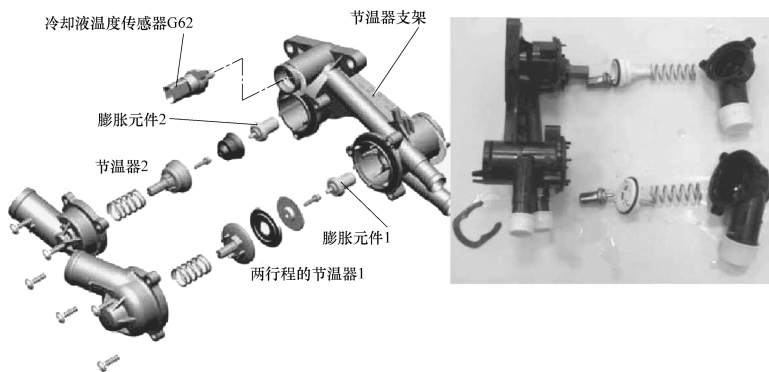


图 1-274 双节温器的结构

2) 将冷却系统检测设备 FVN VAG 1274 连同冷却系统检测设备的适配接头 FVN VAG 1274/8 安装在冷却液补偿罐上, 如图 1-276 所示。

3) 用检测设备的手动泵产生一个约 100kPa 的过压。

4) 如果压力下降, 查找泄漏点并将故障排除。

提示: 当过压达到 140 ~ 160kPa 时, 安全阀未打开, 则补偿罐盖中的安全阀损坏, 应更换补偿罐盖。

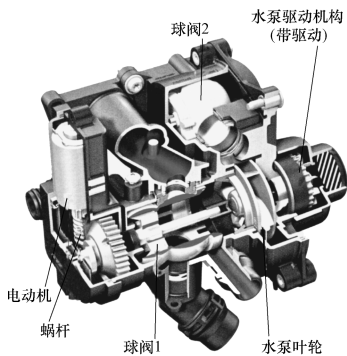


图 1-275 新型电控水泵

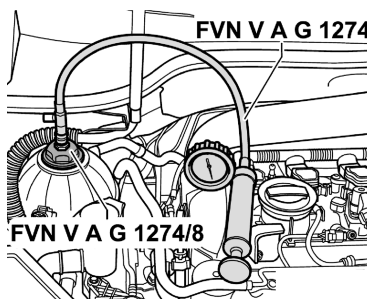


图 1-276 检测补偿罐盖

1-390. 冷却液温度过高和过低是什么原因?

(1) 冷却液温度过高 运行中的汽车, 冷却液温度表指针经常指在 100℃以上, 且散热器伴随有“开锅”现象; 燃烧室内出现“炽热点”, 发动机熄火困难; 汽油机易发生爆燃或早燃, 柴油机易发生早燃使工作粗暴。出现这些现象, 可判定发动机有冷却液温度过高的故障发生。造成冷却液温过高的原因及处理方法如下。

- 1) 冷却液不足。按规定补充冷却液。
- 2) 风扇传动带松弛、沾油打滑或断裂。调整传动带的松紧度或更换传动带。
- 3) 混合气过稀。调整混合气浓度。
- 4) 水套和分水管积垢或堵塞。清理水套和分水管。
- 5) 水泵工作性能不良。检修或更换水泵。
- 6) 点火时间不当。调整点火提前角。
- 7) 燃烧室内积炭过多。清洗燃烧室。
- 8) 风扇离合器接合时间过晚或打滑。检修或更换风扇离合器。



- 9) 散热器的进水管或出水管凹瘪。检修或更换散热器水管。
- 10) 节温器主阀门不能打开或打开时间过迟。检修或更换节温器。
- 11) 散热器内部水垢堵塞或外部过脏,清洗散热器。
- 12) 百叶窗不能完全打开。电动风扇性能不良,检修或更换电动风扇。
- 13) 温控开关或冷却液温度传感器和控制器失效。检修或更换温控开关、冷却液温度传感器或控制器。

(2) **冷却液温度过低** 冬季运行的汽车,冷却液温度表和冷却液温度传感器技术状况完好的情况下,发动机达不到正常的工作温度;发动机动力不足,油耗增加。出现这些现象,可判定发动机有冷却液温度过低的故障发生。造成冷却液温过低的原因及处理方法如下。

- 1) 控制机构。
- 2) 风扇离合器接合过早。检修或更换风扇离合器。
- 3) 温控开关闭合太早。检修或更换温控开关。

1-391. 冷却液消耗过多是什么原因?

冷却液消耗过多是指冷却液比正常情况下消耗过快。其主要原因有冷却系统内部渗漏、冷却系统外部渗漏和散热器盖开启压力过低。通过目测检查外部有没有漏水的痕迹,确定有无外部渗漏;通过检查机油是否发白(乳化)或在发动机冷却液温度正常时排气是否冒白烟确定内部是否渗漏。此外还可用专用手动压力测试器进行就车检测。封闭的冷却系统,只有在冷却液过热,温度超过其沸点时才会发生损耗。驾驶方式不当或冷却气流受到阻碍常会引起过热。一般引起过热的原因如下。

- 1) 冷却空气流量减少。如果散热器损坏、阻塞或在散热器护栅上装了附加灯光,都会使冷却空气流量减少。
- 2) 散热风扇不工作或工作不正常。
- 3) 车辆行驶在陡坡上档位太低,或行驶在长坡上,或环境温度过高。

第二章

电控共轨柴油发动机

2-392. 何谓柴油高压共轨？

- 1) 高压共轨的含义是几个喷油器共用一个高压轨。轨内的压力由高压泵建立。
- 2) 在此喷油系统中，消除了传统供油系统中压力的产生与燃油喷射彼此间的相互影响，燃油压力的产生不完全依赖于发动机转速与喷油量，燃油在压力下储存在高压油轨中随时准备喷油。
- 3) 高压共轨电控柴油机的工作完全由 ECU 控制。ECU 根据当前发动机的转速、冷却液温度、大气压力及驾驶人要求等情况来确定发动机的运行工况。
- 4) 由于高压共轨电控系统为发动机提供了理想的空气/燃油混合，因此可满足柴油机排放法规要求。与传统柴油机相比，它使整车的噪声、驾乘舒适感受，动力性、排放等都得到大幅度的提高。

2-393. 柴油高压共轨系统组成如何？

高压共轨系统主要由燃油箱、高压燃油泵、燃油共轨、电控喷油器和各种电子元件组成，如图 2-1 所示。

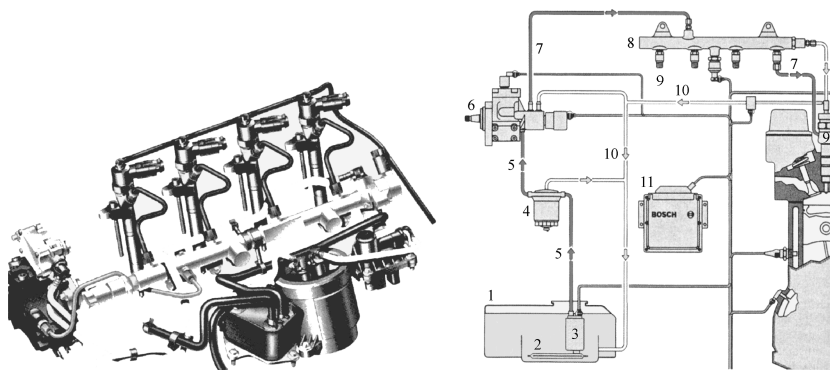


图 2-1 博世燃油共轨系统组成

- 1—燃油箱 2—滤网 3—电动燃油泵 4—燃油滤清器 5—低压燃油管 6—高压燃油泵
7—高压燃油管 8—燃油共轨 9—电控喷油器 10—回油管 11—电控单元

2-394. 高压共轨系统低压油路组成如何？

低压油路由燃油箱、电动燃油泵、带预热装置的燃油滤清器和回油管等部件组成。根据制造厂商和柴油机形式的不同，低压油路还可能包括更多的部件，如单向阀或补偿储油罐，以保证高压泵进口处的压力保持恒定。



2-395. 高压共轨系统高压油路组成如何?

高压油路由**燃油高压泵、共轨、高压油管、电控喷油器和限压阀**等部件组成。在高压油路中产生喷射所需的燃油压力，并储存在共轨中。电控喷油器用一根短的高压油管与共轨相连，它由电控单元控制将所需的油量精确地在正确的时刻喷入气缸。

2-396. 电控高压共轨燃油喷射系统如何工作?

燃油从燃油箱中由低压输油泵吸出后，经过油水分离器、燃油滤清器滤清后，被输送到高压燃油泵，这时燃油压力为 0.2MPa。进入高压燃油泵的燃油一部分通过高压燃油泵上的安全阀进入燃油泵的润滑和冷却油路后，流回燃油箱；另一部分进入高压燃油泵中，燃油被加压到 135MPa 后被输送到共轨。**在共轨上有一个压力传感器和一个压力控制阀**（有的安装在高压燃油泵上），如图 2-2 所示。用压力控制阀来调节 ECU 设定的油轨压力。高压柴油从共轨、流量限制阀经高压燃油管进入喷油器。进入喷油器的燃油，一路直接喷入燃烧室，而另一路在喷油期间从针阀导向部分泄出，和从控制套筒与柱塞的缝隙处泄漏出的多余燃油一起流回燃油箱。

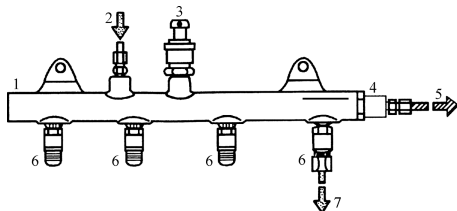


图 2-2 共轨结构

- 1—共轨 2—进油管口 3—燃油压力传感器
4—限压阀 5—回油管口 6—流量限制器
7—喷油器供油口

在电控高压柴油共轨系统中，由各种传感器（如曲轴转速传感器、加速踏板位置传感器、凸轮轴位置传感器、各种温度传感器和压力传感器等）及时检测出发动机的实际运行状态，由 ECU 中的微型计算机根据预置的程序进行运算后，确定适合于该工况下的最佳喷油量、喷油时刻、喷油速率模型参数等。ECM 发出指令，使发动机始终处在最佳工作状态。发动机的动力性、经济性得到有效发挥，并使发动机的排放污染降到最低。**电控高压柴油共轨是指在高压燃油泵、压力传感器和 ECU 组成的闭环控制系统中，喷油压力大小与发动机转速无关的一种供油方式。**在系统中，喷射压力的产生和喷射过程是完全彼此分开的。高压燃油泵把燃油输入到共轨，通过对共轨内的油压调整实现油压精确控制，使最终高压燃油管内的油压大小与发动机的转速无关。高压共轨供油方式可以大大减小柴油机供油压力随发动机转速的变化，也就减少了传统柴油机的缺陷。ECU 控制喷油器的喷油量，而喷油量大小则仅由共轨中燃油压力和电磁阀开启时间的长短决定。在 ECU 控制系统中，曲轴位置传感器用来测定发动机的转速，凸轮轴位置传感器用来确定发动机的喷油顺序。加速踏板位置传感器是一种电位计，它通过电信号告知 ECU 驾驶人对发动机转矩的要求。

● 2-397. 电控柴油共轨流量限制器结构有何特点?

共轨给每个喷油器供油的通道中都安装有一个流量限制器，其功用是**在非常情况下防止喷油器常开并持续喷油**，即一旦某喷油器常开并持续喷油，导致共轨输出的油量超过限定值，流量限制器则会关闭该喷油器的供油通道。流量限制器的结构如图 2-3 所示。壳体两端的外螺纹分别用来连接共轨和喷油器的供油管，壳体内部装有一个限制阀和限制阀复位弹簧，壳体两端的进、出油孔与其内部的限制阀腔贯通以便形成供油通道；限制

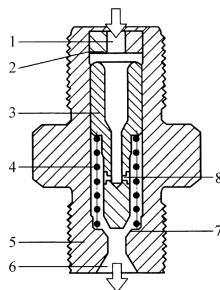


图 2-3 流量限制器

- 1—进油孔 2—堵头 3—限制阀 4—弹簧
5—壳体 6—出油孔 7—阀座 8—节流孔

德尔福 DFP34 型高压油泵如图 2-4 所示, 叶片式输油泵与两柱塞式 (柱塞直径为 6.5mm) 高压油泵制成一体, 采用正时同步带驱动, 最高压力可达 180MPa, 最高转速为 4000r/min。DFP34 型高压油泵的装配示意图如图 2-5 所示。说明: 德尔福第三代柴油共轨系统采用滚动凸轮驱动的两柱塞式或四柱塞式高压油泵, 其结构与博世柴油共轨系统常见的径向 120°夹角布置三柱塞式高压泵有很大的区别。

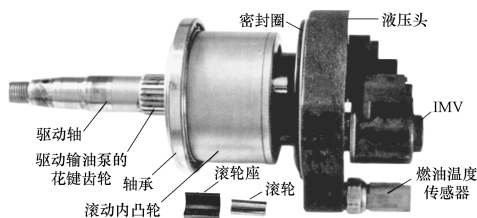


图 2-5 高压油泵的结构

- ### ● 2-399. 电控柴油进油计量阀结构有何特点?

2-400. 德尔福新型共轨结构有何特点?



动机上, 共轨上无回油装置, 如图 2-7 所示。

2-401. 电控柴油共轨喷油器结构有何特点?

德尔福传统的高速伺服电磁阀式 (采用电、液回路驱动) 七孔喷油器 (未采用最先进的压电晶体直接驱动式) 喷孔锥角为 156° , 采用了预喷加主喷的工作模式, 每只喷油器上有修正码 (20 位, 更换喷油器必须进行匹配)。

喷油器由喷油器上体总成、控制阀总成、量孔板、针阀总成和喷油器下壳体组成, 如图 2-8 所示。该喷油器结构与国内常见的博世共轨系统喷油器有很大的区别。如图 2-9 所示, 喷油器上体总成有进油管接头及回油管接头 (内部有进油及回油油道) 及喷油器插接器的两个端子, 其内部集成了喷油器电磁阀总成, 室温下喷油器电阻为 0.3Ω 左右。

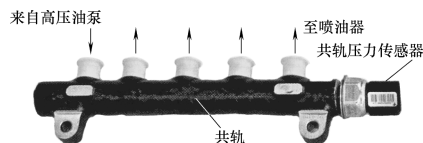


图 2-7 新型共轨

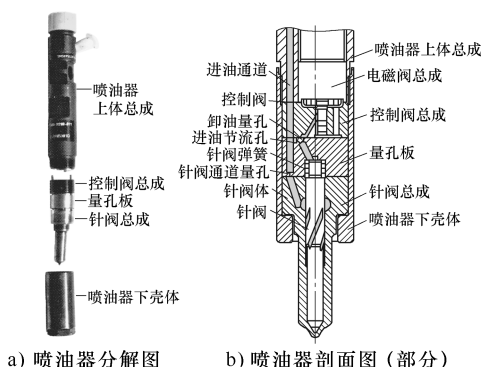


图 2-8 喷油器的结构

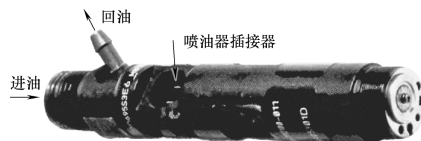


图 2-9 喷油器上体总成

2-402. 电控柴油压电式喷油器结构有何特点?

第三代共轨喷油系统中采用压电直接控制式喷油器, 如图 2-10 所示, 用压电执行元件直接控制喷油嘴针阀动作。

采用这种直接控制喷油嘴针阀的方案 **充分发挥了压电技术的优势**: 省掉了球阀和控制柱塞; 喷油嘴针阀能直接响应压电执行器的动作; 喷油嘴针阀的开闭速度更快, 可以使两次喷油之间的间隔时间更短, 提高控制柔性; 喷油量的控制精度更高。

2-403. 电控柴油压电式喷油器如何工作?

如图 2-11 所示, 博世压电直接控制式喷油器可分成低压、高压和控制室三部分, 主要组件是压电执行器、液压接杆、伺服阀和喷油嘴。喷油嘴针阀是由伺服阀来控制的, 喷油量则由其控制的持续期来决定。

压电执行器的工作原理主要是 **依靠多层压电晶体在电压作用下能伸长而产生位移的逆压电效应**, 它在非工作状态 (无控制信号) 时处于原始位置, 伺服阀关闭, 高压范围和低压范围相互隔断。此时, 液压接杆起到补偿可能存在间隙 (如由于热膨胀所引起) 的作用, 喷油嘴借助于紧挨着控制室的共轨压力和弹簧保持关闭状态。

第三代共轨喷油系统
压电控制喷油器

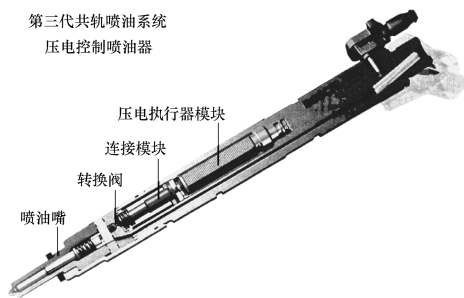


图 2-10 压电式喷油器



当对压电执行器施加控制信号（即施加电压）时，它就会伸长而产生位移，将伺服阀打开，从而使控制室中的压力降低，共轨压力将针阀抬起，喷油嘴开启。直到控制信号终了，压电执行器恢复到原始长度，伺服阀关闭，控制室中的压力随之增大，喷油嘴针阀也随之关闭。

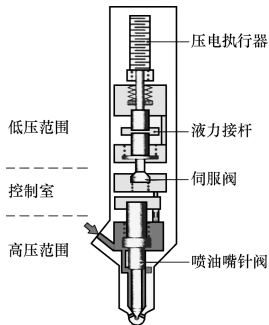


图 2-11 压电式喷油器工作原理图

2-404. 电控柴油共轨喷油量是如何控制的？

ECU 根据传感器和开关输入的电信号，计算出喷油量，并与存储在 ECU 中的目标值进行比较，最后确定实际喷油量。ECU 发送驱动信号，使喷油电磁阀开启或关闭，控制喷油器供油开始和供油结束的时刻，从而控制喷油量。喷油量控制的基本内容有基本喷油量、怠速喷油量、起动喷油量、不均匀油量补偿和巡航控制喷油量。

(1) **基本喷油量控制** 发动机在不同工况下工作，要求输出不同的转矩，为了获得不同的转矩特性，可以通过控制喷油量实现。发动机的基本喷油量由发动机转速和加速踏板位置决定。

(2) **怠速喷油量控制** 在怠速工况下，ECU 会执行怠速转速自动调节功能，维持目标转速所需要的喷油量。ECU 对发动机的实际转速和目标转速（由发动机冷却液温度、空调工作状态和负荷等因素）进行比较，决定两者差值求得所必需的喷油量并进行反馈控制。

(3) **起动喷油量控制** 发动机在不同工况下运转，其加速踏板位置和发动机转速决定着基本喷油量，发动机的冷却液温度等决定补偿喷油量。发动机起动时，实际喷油量由这两部分决定。

(4) **不均匀油量补偿控制** 发动机工作时，各缸喷油量不均匀会引起燃烧压力不均匀；各缸混合气燃烧差异引起各缸间转速不均匀；曲轴旋转速度变化引起振动等。为了减少转速波动，使运转平稳，必须调节各缸喷油量，使每一气缸所需燃油量精确，必须进行不均匀油量补偿。ECU 负责检测各缸每次做功行程时转速的波动，再与其他所有气缸的平均转速相比较，分别向各缸补偿相应的喷油量。

(5) **巡航控制喷油量控制** 巡航控制就是为了减少驾驶人的疲劳，不需操纵加速踏板而维持恒速行驶的控制过程。当驾驶人接通巡航控制系统的“速度控制开关”时，速度控制系统开始工作。ECU 能够根据行驶阻力变化情况，自动调节油门的开度。油门位置传感器将油门的开度变化输入 ECU，ECU 将控制喷油电磁阀的开启和关闭时间，补偿或减少喷油量，使汽车保持恒速行驶。

2-405. 电控柴油共轨喷油时间是如何控制的？

在共轨发动机中，为实现发动机内的最佳燃烧，ECU 根据发动机的运行工况和外部环境条件经常调节喷油时间，即进行最佳喷油时间控制。具体控制方法是，由发动机决定基本喷油时间，同时，还要根据发动机的负荷、冷却液温度、进气温度和压力、燃油温度和压力等对基本喷油时间进行修正，决定目标喷油时间。

2-406. 电控柴油共轨喷油压力是如何控制的？

在共轨喷射系统中，ECU 根据安装在油轨上的压力传感器的电信号，计算出实际喷油压力。并将其值和目标压力值进行比较，然后发出指令控制高压燃油泵升高压力或降低压力，实行闭环控制，完成最佳喷油压力控制。



喷油压力越大, 喷油能量越高、喷雾越细、混合气形成和燃烧越完全, 柴油机的排放性能和动力性、经济性都会得到进一步改善。高的喷射压力可以明显改善燃油和空气的混合, 从而降低排放烟度和可吸入颗粒物的排放量, 同时又可缩短着火落后区, 使柴油机工作柔和、燃烧噪声小。高压柴油共轨发动机喷射压力最大可达 200MPa 以上, 大负荷时柴油机的排放烟度可大幅度降低。

2-407. 电控柴油共轨喷油速率是如何控制的?

喷油规律是影响柴油机排放的主要因素。理想的喷油规律要求喷射初期要缓慢, 喷油速率不能太高, 目的是减少在滞燃期内的可燃混合气量, 降低初期燃烧速率, 以降低最高燃烧温度和压力升高率, 抑制 NO_x 生成和降低燃烧噪声。**预喷射是实现初期缓慢燃烧的方法。**喷射中期采用高喷射压力和高喷油速率, 目的是加快燃烧速度, 防止生成微粒和提高热效率。主喷射发生在中期, 可加快可燃混合气的扩散燃烧速度。喷油后期要求迅速结束喷射, 防止在较低的喷油压力和喷油速率下燃油雾化变差, 导致燃烧不完全, 而使 HC 和 PM (可吸入颗粒物) 排放增加。后喷射可有效降低排放物, 使未燃烧的可燃物进一步燃烧完全。在共轨柴油机中, 进行多次喷射, 可使喷油规律优化。

2-408. 电控柴油共轨喷油方式是如何控制的?

共轨柴油机采用多次喷射, 就是将每一工作循环中的喷油过程分成几段进行, 每段喷油都是相互独立的, 目的是控制燃烧速率。**多次喷射包括先导喷射、预喷射、主喷射、后喷射和次后喷射等。**在多次喷射过程中, 电磁阀执行开启和关闭喷油器的工作, 可以实现喷油规律优化。在主喷射之前的预喷射, 可以降低燃烧噪声; 使预喷射靠近主喷射, 可有效地降低 PM 的排放量。而后喷射过程中少量燃油随废气排放再燃烧, 会使有害颗粒物进一步燃烧掉, 更有效地减少 PM 的排放量。图 2-12 所示为喷油器针阀升程与曲轴转角的关系, 表 2-1 为多次喷射作用效果。

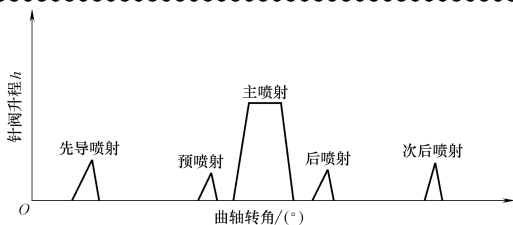


图 2-12 喷油器针阀升程与曲轴转角的关系

表 2-1 多次喷射效果

喷射方式	作用效果
先导喷射	进行预混合燃烧, 可降低可吸入颗粒物排放
预喷射	缩短主喷射的着火延迟, 降低 NO_x 排放量和燃烧噪声
后喷射	促进扩散燃烧、降低颗粒物排放
次后喷射	排气温度升高, 通过供给还原剂和进行后处理来降低 NO_x 排放量及燃烧噪声

2-409. 何谓着火滞后?

喷油开始到混合气着火使燃烧室中压力开始升高之间的时间间隔被称为着火滞后。为了优化柴油机中的燃烧过程, 降低燃烧噪声和有害物排放, 希望着火滞后尽可能短, 但是在这段时间内已喷入了相当多的燃油, 会导致气缸内的压力瞬间升高, 气缸压力升高速率 (每度曲轴转角的压力升高幅度) 大大增加, 从而会产生很大的噪声和振动。为了避免产生这种现象, 现代柴油机将每循环的总喷油量一般分成两三次或更多次喷入气缸。

2-410. 何谓预喷射?

预喷射也称为先导喷射, 发生在主喷射之前, **其作用是实现一个尽可能柔和的燃烧过程**, 降低燃烧噪声。由于预喷射的油量非常小, 因此着火滞后缩短, 燃烧室中的压力和温度平缓升



高，为主喷射油量的迅速着火创造了最佳的前提条件，还能对降低燃烧噪声和有害的氮氧化物 NO_x 排放起到有利的作用。

第二章

2-411. 何谓主喷射？

主喷射就是每循环总喷油量中主要的大部分油量的喷射。在主喷射的时候，为了获得尽可能完全的燃烧，良好的混合气形成是极其重要的，因此必须要有高的喷油压力，以便使燃油雾化成微小的油滴，并能与空气相互良好地混合。完全燃烧产生的有害物质排放少，功率收益高，油耗低。

2-412. 何谓后喷射？

由于后喷射在主喷射之后进行，大多处于柴油机膨胀做功行程的中后期，因此其主要作用并非是非增加柴油机的功率输出，而主要是用来提高排气温度，特别是在冷机状态，以便提高废气后处理装置的温度，从而提高其废气净化效率，或者是在装有减少炭烟颗粒排放的颗粒捕集器情况下。当颗粒捕集器中捕集到的炭烟颗粒累积到一定程度时，排气阻力明显增大，要进行后喷射来提高其温度，使这些炭烟颗粒烧尽，以便颗粒捕集器恢复捕集炭烟颗粒的功能，这被称之为颗粒捕集器的“再生”。因此，后喷射并非是一直进行的，而是在上述情况下有必要的时候才实施。在柴油机开发时，已将通过大量试验所得到的所有运转工况最佳的喷油量、喷油次数和间隔、喷油时刻等运行参数存储在发动机电控单元中。发动机实际运转时，电控单元根据相关传感器得知当时的发动机运转工况（转速和负荷），调用与此相应的运行参数来进行喷油，使发动机始终处于最佳的运行状况，从而获得高功率、低油耗、低噪声和低排放。

2-413. 玉柴电控柴油共轨燃油系统结构有何特点？

玉柴 G6000 电控欧Ⅲ柴油机采用目前世界上先进的电控单体泵燃油喷射系统，如图 2-13 所示。低压油路部分包括燃油箱、油水分离器、手油泵、输油泵、精滤器、单体泵总成、供油管、调压阀、燃油分配器、燃油温度感应器和回油管等构件，主要任务是将燃油吸入、过滤，并给单体泵提供足量的 $0.4 \sim 0.7 \text{ MPa}$ 的低压燃油；高压燃油系统包括电控单体泵、高压油管和喷油器，主要任务是将燃油加压、分配和喷射。电控单体泵在控制器的控制下，将一定数量的燃油加压（高达 160 MPa 以上），并通过单体泵上的电磁阀接收来自 ECU 的控制指令决定开启或关闭时刻，从而决定各个气缸当前喷射过程，即喷油压力、喷油量和喷油正时。

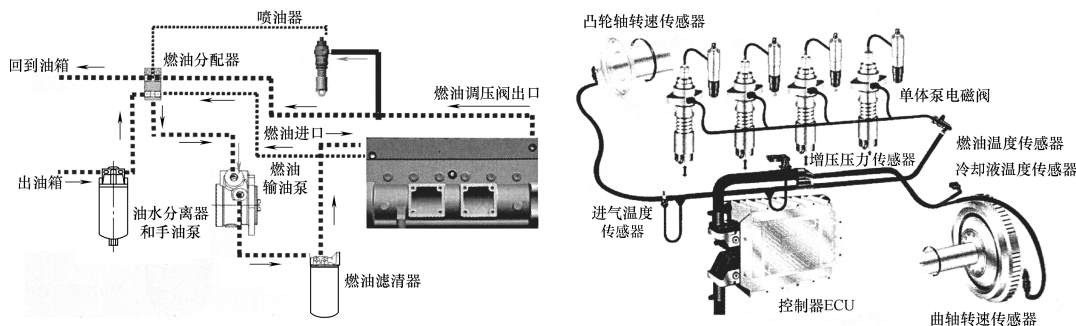


图 2-13 玉柴电控单体泵燃油喷射系统

2-414. 玉柴 G6000 电控欧Ⅲ柴油机电控单体泵有何特点？

玉柴 G6000 电控欧Ⅲ柴油机采用了 6 个德尔福电控单体泵，其特点如下：可产生高达



200MPa 的喷射压力;挺柱滚轮总成独立;控制喷油的电磁阀集成在单体泵体内;具有单个单体泵的独立电控特性;采用柴油机机油和燃油强制润滑和冷却;单体泵具有良好的一致性和 100 万 km 的耐久性;可快速安装与拆卸;满足欧Ⅲ排放要求;具有良好的整机性能。

每一个电控单体泵的电磁阀接插件上均有唯一的电控修正码,在应用前必须输入相应的控制器,以保证系统对各缸供油控制的精确性。单体泵挺柱滚轮总成如图 2-14 所示。**安装时要注意导向槽和润滑油道的方向,并与单体泵保持正确的安装关系。**

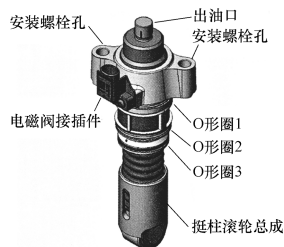


图 2-14 电控单体泵

2-415. 捷达电控柴油 SDI 的 VE 分配泵结构有何特点?

捷达电控柴油 SDI 的 VE 泵的结构如图 2-15 所示。

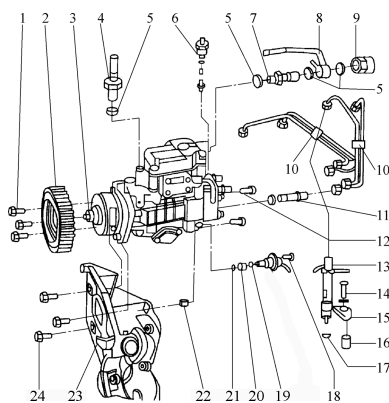


图 2-15 电控 VE 分配泵的分解示意图

- 1—油泵驱动轮固定螺栓 2—油泵驱动轮 3—轮毂螺母 4—进油管连接件 (25N·m) 5—密封环
6—燃油切断控制阀 (N109, 40N·m) 7—回油管连接件 (25N·m) 8—回油管 (至燃油滤清器)
9—压紧螺母 (20N·m) 10—高压油管 11—连接管 (带压力阀) 12—螺栓 (10N·m)
13—VE 分配油泵 14—螺栓 (205N·m) 15—支架 16—底座 17—隔热密封环
18—喷油起始控制阀 19—O 形圈 20—滤网 21—螺栓 (20N·m) 22—衬套
23—油泵支架 24—固定螺栓

2-416. 捷达电控柴油轴向 VE 分配泵内部、外部结构有何特点?

捷达 SDI 电控 VE 泵的内部结构如图 2-16 所示,外部结构如图 2-17 所示。分配泵铭牌中各数组的含义为:①博世公司订货号;②旋转方向(从输入端看);③大众公司备件号;④制造厂家代码(德国本土);⑤生产日期;⑥产品序号;⑦产品批次号。

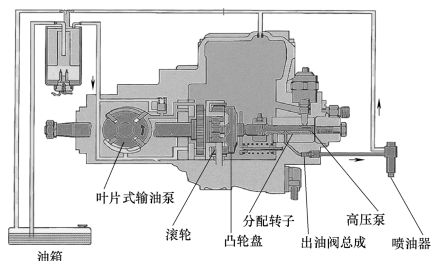


图 2-16 捷达 SDI 电控 VE 泵的内部结构

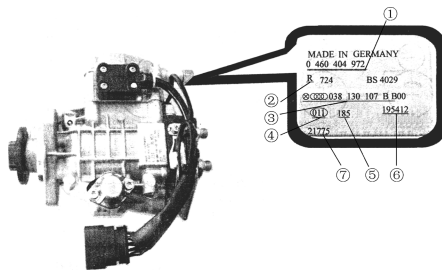


图 2-17 外部结构



●2-417. 捷达电控柴油轴向 VE 分配泵传动机构有何特点?

分配泵传动机构主要由传动轴、连接器、滚轮及滚轮架和凸轮盘组成,如图 2-18 所示。其作用是将二级输油泵、调速器、高压泵连接起来。

●2-418. 捷达电控柴油 VE 泵内部的油路系统有何特点?

(1) **低压油路** 燃油滤清器来的燃油进入分配泵的进油接头后,分成两个支路:一路被二级输油泵输入分配泵的油腔内,其中部分燃油经电磁式停油阀(此时阀开启)进入柱塞上方的压油腔;另一路流入供油角自动调节机构的正时活塞一侧的油室内。

(2) **高压油路** 进入柱塞上方压油腔的燃油被柱塞压缩后,产生高压燃油,高压燃油沿柱塞的轴向油道和分配口,经分配套筒的分配通道、出油阀、出油接头和高压油管,送至喷油器,其泵油原理如图 2-19 所示。

(3) **回油油路** 分配泵油腔内的多余燃油,润滑和冷却分配泵内部的工作零件后,经分配泵壳体上的溢流口流回燃油箱。

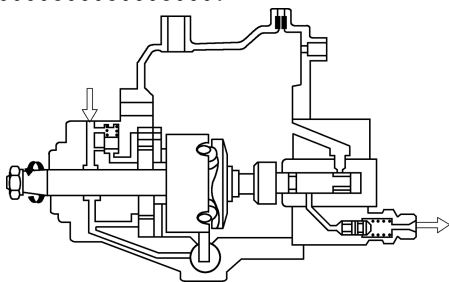


图 2-18 传动机构

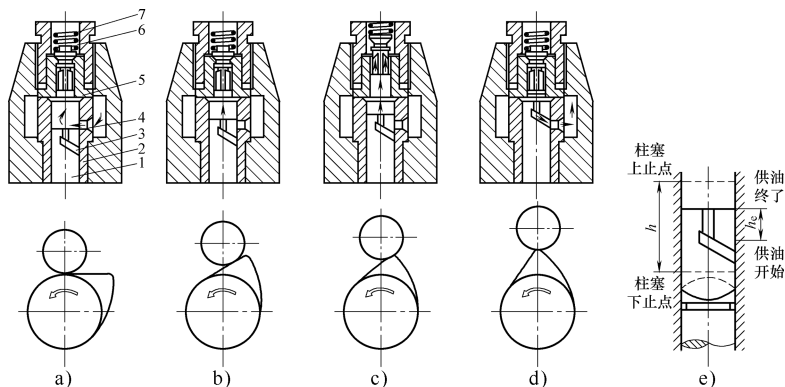


图 2-19 泵油原理

1—柱塞 2—柱塞套 3—斜槽 4—油孔 5—出油阀座 6—出油阀 7—出油阀弹簧

●2-419. 捷达电控柴油 VE 泵二级输油泵结构有何特点?

分配泵壳体内装置了一个二级输油泵,又称滑片式输油泵,它能使燃油以一定的输油压力(600~700kPa)进入旋转的柱塞。二级输油泵如图 2-20 所示。它由分配泵壳体内壁上的进油槽和压油槽、偏心环、泵轮、滑片和支撑环等零件组成。二级输油泵的泵轮利用月牙键连接在传动轴的中部,并随同传动轴一起旋转。泵轮的十字槽内放置四片滑片,滑片一方面自由地在十字槽内做往复移动,另一方面随同泵轮转动。

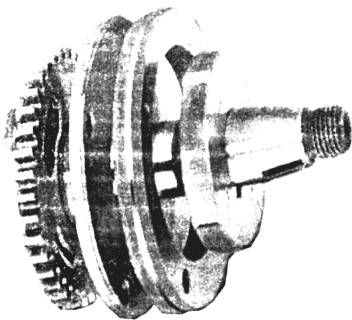


图 2-20 二级输油泵

●2-420. 捷达电控柴油 VE 泵压力控制阀结构有何特点?

压力控制阀装置在二级输油泵压油区的油道上,用来控制最大输油压力。二级输油泵的输油压力随着转速的增加而升高,转速越高,燃油压力也越大,阀体回油孔露出的面积也越大,重新



流回二级输油泵的回油量也越多，从而限制了燃油压力的继续升高。其结构如图 2-21 所示。

2-421. 捷达电控柴油 VE 泵回油阀有何作用？

回油阀的结构如图 2-22 所示，作用是与压力控制阀协同作用，使油泵内部压力保持一定。

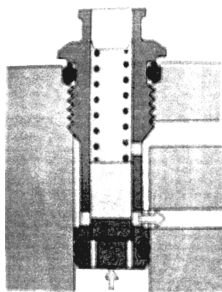


图 2-21 压力控制阀

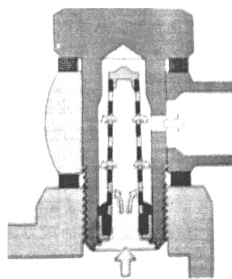


图 2-22 回油阀

2-422. 捷达电控柴油 VE 泵高压泵结构有何特点？

高压泵是产生高压燃油的主要部件，由高压泵头、柱塞弹簧、柱塞弹簧座、控制套筒和槽盘组成，如图 2-23 所示。

高压泵头与壳体之间用一个 O 形圈加以封闭，以防止分配泵漏油。并用四个紧固螺栓固定在壳体上。其上部有一个通孔，用来安装电磁式停油阀，下端是进油口。

2-423. 捷达电控柴油 VE 泵分配套筒和柱塞结构有何特点？

分配套筒和柱塞是分配泵的一对精密偶件，配对后不能互换。分配套筒是压配在高压泵头的中心孔内的。分配套筒的进油口、分配口与高压泵头的进油口、分配口数目相等，并相通。柱塞末端的缺口与凸轮盘端面上的传动销钉相连接，以驱动柱塞做旋转运动。柱塞套装在分配套筒的中心孔内。柱塞前部有进油槽，进油槽与发动机气缸的数目相等。中部有分配口，下部有径向油道和溢油口。柱塞内部的轴向油道与分配口、径向油道、溢油口相通。溢油口处套装有控制套筒（泄油环），用来调节分配泵的供油量。

当柱塞上的某一个进油槽与分配套筒上的进油口相通时，高压泵便会吸进具有一定压力的燃油；当柱塞的分配口与分配套筒的某一个分配口相通时，高压泵便会排出燃油。当控制套筒打开柱塞溢油口时，高压燃油便会从溢油口流到分配泵油腔内。

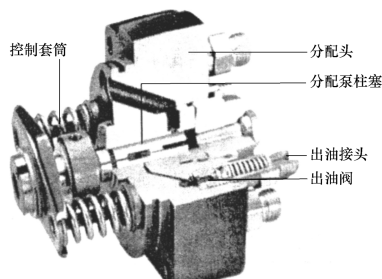


图 2-23 高压泵结构

2-424. 捷达电控柴油 VE 泵控制套筒有何功用？

控制套筒的作用是改变柱塞的有效行程，从而改变分配泵的供油量。控制套筒的圆形凹坑与调速器杠杆机构的支撑杆下端的球头连接，当支撑杆受到杠杆机构的作用而左右摆动时，控制套筒就在柱塞上左右移动。

这样，柱塞溢油口与分配泵油腔相通的时刻改变，即供油结束的时刻改变，从而使柱塞的有效行程改变，分配泵的供油量也随之改变。

2-425. 捷达电控柴油 VE 泵柱塞是如何运动的？

当传动轴、连接器带动端面凸轮盘和柱塞转动时，滚轮使端面凸轮盘抬起，这样柱塞便会同



时作旋转运动和往复运动。当端面凸轮盘旋转一周时，柱塞也随同旋转一周，并作了与柴油发动机气缸数目相等次数的往复运动。这样分配泵便对柴油机的每一个气缸完成了一次喷油动作。柱塞的往复运动是强制性的。当滚轮处于凸轮盘凹陷部位时，柱塞处于下止点位置；而当滚轮与凸轮盘尖顶相接时，柱塞处于上止点位置。

● 2-426. 捷达电控柴油 VE 泵是如何进油的？

柱塞在弹簧作用下，由右向左运动，行至接近下止点位置时，柱塞上部的进油槽与分配套筒的进油口接通，来自输油泵的具有一定输油压力的燃油，经电磁式停油阀（此时阀开启）进入柱塞上方的压油腔和轴向油道内。当柱塞下行至下止点位置时，柱塞上方的压油腔和轴向油道内被燃油充满，如图 2-24 所示。

● 2-427. 捷达电控柴油 VE 泵是如何泵油和配油的？

在端面凸轮的作用下，柱塞自左向右运动，行至柱塞上部的进油槽越过进油口时，进油口被关闭，柱塞上方压油腔的燃油受到压缩，压力开始上升。当柱塞继续上行并旋转至柱塞上的分配口与分配套筒上的分配口之一相通时，分配通路被打开。此时，燃油压力已增高至足以使出油阀打开，高压燃油便经出油阀、高压油管被压送到喷油器，最后喷入燃烧室。

由于柱塞不断地进行往复运动和旋转运动，因此柱塞上的分配口与分配套筒上的分配口的对合位置也是不断变化的，从而完成了高压燃油的分配，如图 2-25 所示。

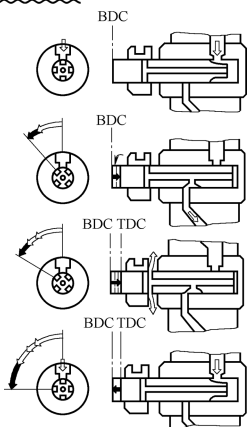


图 2-24 进油过程

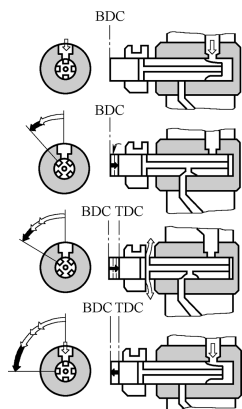


图 2-25 泵油和配油过程

● 2-428. 捷达电控柴油 VE 泵供油是如何结束的？

在端面凸轮的作用下，柱塞进一步向上运动，行至柱塞上的溢油口被控制套筒打开时，柱塞上方压油腔的高压燃油由轴向油道、径向油道、溢油口流回壳体油腔内。此时，柱塞上方压油腔的燃油压力急剧降低，在出油阀弹簧作用下，出油阀迅速关闭，分配泵停止供油。然后，柱塞继续上行直到上止点为止。此时，柱塞上方的压油区与壳体油腔是相通的，所以分配泵不供油，如图 2-26 所示。

● 2-429. 捷达电控柴油 VE 泵出油阀有何功用？

出油阀也是分配泵的一对精密偶件，配对后不能更换。其作用是在分配泵进油过程中，起回油节流的作用，可防止高压燃油从高压油管流回柱塞的压缩腔，否则供油量将会减少。

在高压泵停止供油后，出油阀迅速降低高压油管中的燃油压力，停止喷油，防止产生滴漏。出油阀结构如图 2-27 所示。

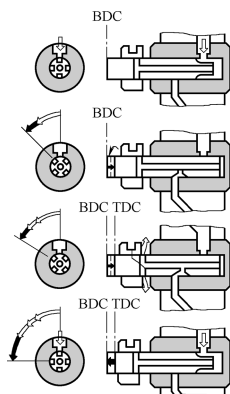


图 2-26 供油结束过程

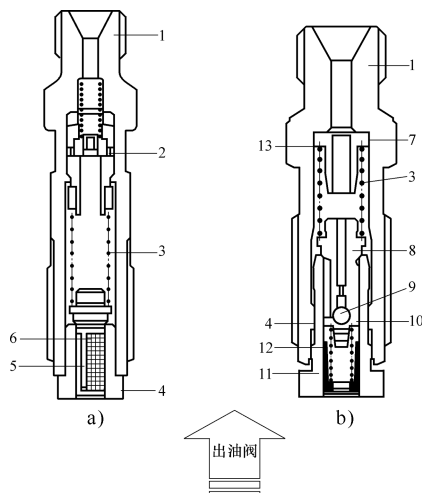


图 2-27 出油阀

- 1—出油阀接头 2—回油节流 3—出油阀弹簧 4—阀体 5—导向面
6—卸载阀芯 7—带弹簧定位器的填充件 8—出油阀 9—等压阀
10—弹簧座 11—等压阀弹簧 12—调整套 13—调整垫片

2-430. 捷达电控柴油 VE 泵供油量调节装置如何工作?

供油量调节装置如图 2-28 所示。

(1) **全行程** 柱塞从下止点位置移动到上止点位置时, 柱塞所移动的距离称为柱塞的全行程。全行程的大小取决于端面凸轮盘的升程。

(2) **预行程** 柱塞从下止点位置上行到使进油口完全关闭时, 柱塞所移动的距离称为柱塞的预行程。它是由柴油机对供油提前角的要求决定的。

(3) **有效行程** 从出油阀开启到控制套筒将柱塞溢油口打开回油时, 柱塞所移动的距离称为柱塞的有效行程。改变控制套筒的位置, 即可改变柱塞的有效行程, 从而改变供油量。分配泵供油量的调节是靠调速器控制机构控制套筒的位置, 从而控制断油时刻, 即控制供油的有效行程来实现的。

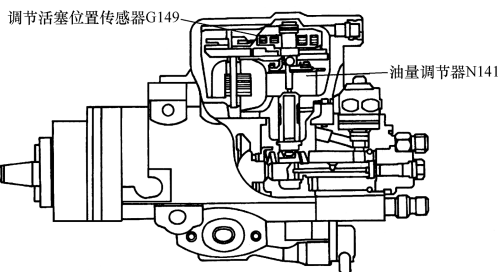


图 2-28 供油量调节装置

2-431. 捷达电控柴油 VE 泵燃油切断电磁阀结构、功用如何?

燃油切断电磁阀如图 2-29 所示。其作用是打开或切断进入气缸的燃油通道。

2-432. 捷达电控柴油 VE 泵供油提前角 (喷油正时) 自动调节机构原理、功用如何?

供油提前角 (喷射正时) 自动调节机构结构如图 2-30 所示, 其作用是它能随发动机转速的变化自动调节供油提前角。

(1) **调整原理** 要使分配泵供油时间提前, 必须将凸轮盘按旋转方向提前转动一定的角度, 或将滚轮架按与旋转方向相反的方向转动一定的角度。供油提前角自动调节机构采取将滚轮架按与旋转方向相反的方向转动的方式进行调节。

(2) **供油提前角自动调节过程** 通常, 正时活塞被压缩弹簧压向供油迟后方向。当转速增



加时,分配泵油腔内的燃油压力上升,高压燃油由油腔进入正时活塞一侧的压力腔。活塞上的燃油压力大于压缩弹簧的弹力时,正时活塞被推向左方,便被转向与传动轴旋转相反的方向,使供油时间提前。

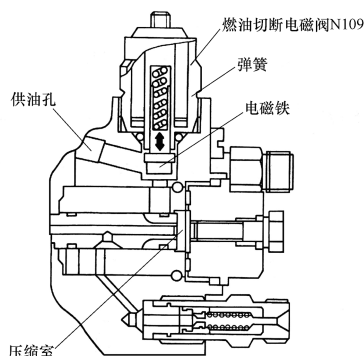


图 2-29 燃油切断电磁阀

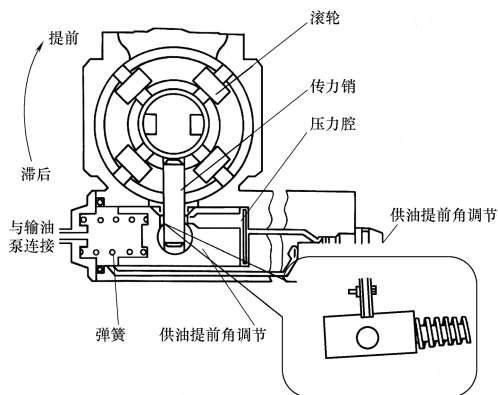


图 2-30 供油提前角自动调节机构

● 2-433. 捷达电控柴油 VE 泵转子螺线管电子调速器结构有何特点?

调速器主要由定子铁心、线圈、转子轴和滑套位置传感器等组成,如图 2-31 所示。转子由永久磁铁制成,当给绕制在“U 形”定子铁心上的线圈通电时,产生的磁场使转子转动,直到转子轴转动到其所受电磁力矩与弹簧产生的力矩平衡时为止;转子轴下端的偏心钢球伸入油量控制滑套的凹槽中,转子轴转动时,通过伸入滑套凹槽内的偏心钢球使滑套轴向移动,从而改变喷油泵的供油量。ECU 可以通过控制流经线圈的电流方向来控制转子轴的转动方向,通过控制通电占空比来控制转子轴转动的角度。滑套位置传感器安装在转子轴上,ECU 通过该传感器检测的转子轴位置信号确定油量控制滑套的实际位置,并对滑套位置(即供油量)进行闭环控制。

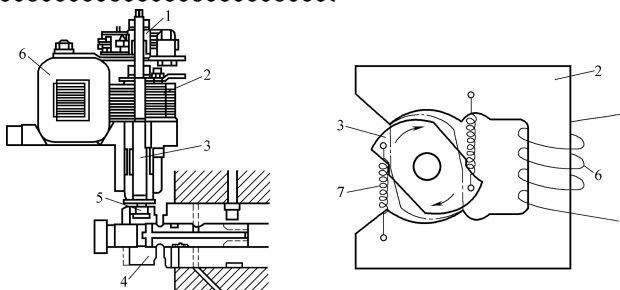


图 2-31 分配泵电子调速器

1—滑套位置传感器 2—定子 3—转子轴 4—滑套
5—偏心钢球 6—线圈 7—复位弹簧

● 2-434. 电控柴油 VE 泵供油正时如何控制?

在分配泵“位置控制”系统中,通常是在原供油提前角自动调节活塞两侧油腔之间增加一条燃油道,并由 ECU 通过电磁阀控制该燃油通道的开度来实现供油正时控制,如图 2-32 所示,ECU 主要根据柴油机转速和负荷传感器信号确定基本供油提前角,再根据冷却液温度传感器信号修正,并通过电磁阀控制正时活塞左右两侧油腔内的燃油压力差,以改变正时活塞的位置。正时活塞左右移动,通过传动销带动分配泵内的滚轮架转动,从而改变喷油泵的供油正时。正时控制电磁阀实际

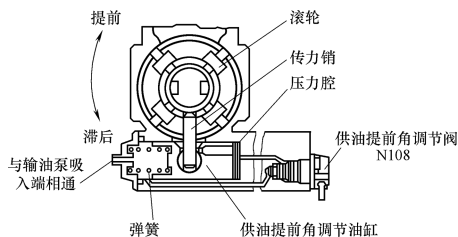


图 2-32 供油提前装置



就是螺线管中的电枢与控制阀连成一体的电磁阀, ECU 通过控制其通电占空比使控制阀移动, 改变正时活塞两侧高、低压油室间的通道开度, 调节正时活塞两侧的压差, 以达到控制正时活塞位置、实现供油正时控制的目的。

2-435. 宝来泵喷嘴结构有何特点?

一汽大众宝来轿车 1.9 TDI 柴油机电控泵喷嘴的结构如图 2-33 所示。泵喷嘴安装在气缸盖中, 进、回油道均在气缸盖内。泵喷嘴主要由驱动机构、高压泵、控制电磁阀和喷油嘴四部分组成。

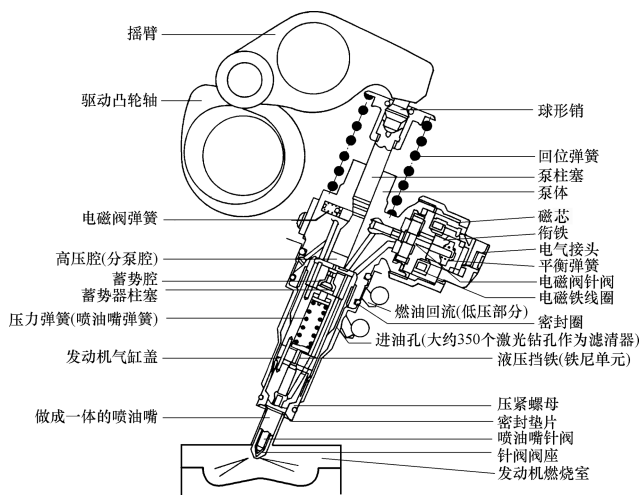


图 2-33 电控泵喷嘴的结构

2-436. 电热塞结构有何特点?

电热塞通常称为电热塞, 结构如图 2-34 所示。电热塞的线圈和绝缘的氧化镁填料一起封装在耐高温、耐腐蚀的散热钢套内, 散热钢套则压装在电热塞壳体中。电热塞的线圈由两部分组成, 一个是位于电热塞头部的加热线圈, 另一个则是与加热线圈串联的控制线圈。控制线圈具有正温度系数特性, 即其电阻值随温度的升高而增大, 随温度的降低而减小。电热塞电源电压一定时, 温度越低, 控制线圈电阻值越小, 流过控制线圈和加热线圈的电流就越大, 加热线圈的温度升高越快; 而温度较高时, 由于控制线圈电阻值大, 减小了流过加热线圈的电流, 从而限制了加热线圈的温度。电热塞通电 4s 后, 温度即可达到 850℃ 以上, 而不带控制线圈的电热塞需要 1min。

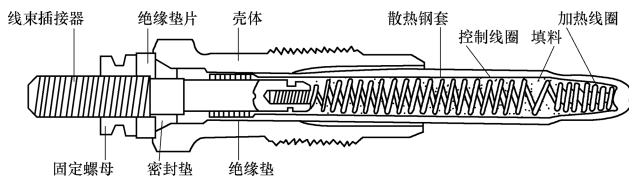


图 2-34 电热塞结构

2-437. 起动预热塞控制系统是如何控制的?

ECU 根据发动机转速信号、冷却液温度信号和点火开关信号, 通过继电器控制电热塞是否通电及通电时间的长短, 如图 2-35 所示。当冷却液温度低于 9℃, 且点火开关位于“点火接通”位置时, ECU 通过控制线使起动预热控制系统进入工作状态; 当点火开关不在“点火接通”位置时, 或冷却液温度高于 9℃, 或发动机转速高于 2500r/min 时, 起动预热控制系统将停止工作。预热指示灯位于仪表板上, 点亮或熄灭由 ECU 控制, 当 ECU 接收到反馈信号线返回的故障信号



时,指示灯闪亮。

当发动机起动着火后,电热塞仍保持通电状态,此阶段的预热称为后预热。后预热有利于柴油机的怠速稳定、缩短暖机时间、降低噪声、降低 HC 和 CO 的排放量。后预热的时间一般少于 4min,若发动机转速高于 2500r/min 时,后预热也会立即停止。

2-438. 宝来电控泵喷嘴的基本工作原理是什么?

宝来电控泵喷嘴的基本工作原理如图 2-36 所示。由低压输油泵经进油道向喷油器供油,进油通道由高速电磁阀控制;高速电磁阀为常开阀(即断电时开启),当机械驱动的压油柱塞向上移动时,压油腔内产生真空,低压输油泵送来的低压柴油被吸入压油腔,如图 2-36a 所示;压油柱塞向下移动的压油初期,由于高速电磁阀仍保持开启,部分燃油被压回低压进油通道,如图 2-36b 所示;当高速电磁阀接受 ECU 的指令通电时,电磁阀关闭喷油器进油道,随着压油柱塞压油行程的进行,喷油器内油压迅速升高(喷油压力高达 150MPa 以上),油压作用在针阀中部承压锥面上,使针阀升起打开喷油孔,喷油器喷油开始,如图 2-36c 所示;ECU 控制高速电磁阀断电开启时,喷油器压油腔的柴油回流,使油压迅速下降,喷油器喷油结束,如图 2-36d 所示。高速电磁阀关闭的时刻即是喷油开始时刻,高速电磁阀关闭的持续时间决定了喷油量。

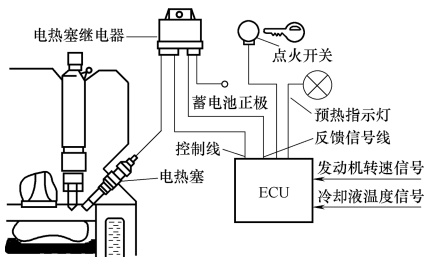


图 2-35 起动预热塞控制系统

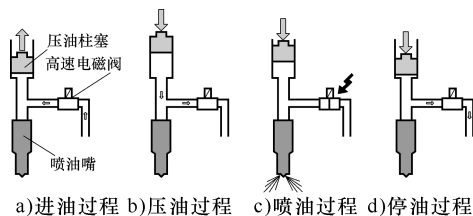


图 2-36 宝来电控泵喷嘴基本工作原理

2-439. 捷达电控柴油 VE 泵端子如何检测?

1) 电控分配泵中的执行元件主要包括供油正时控制电磁阀、供油量控制电子调速器或电磁阀。捷达柴油电控分配泵线束插接器上有 10 个端子,端子 1、2、3 分别为油量控制滑套位置传感器 G149 的电源端、信号端和接地端子;端子 4 和 7 分别为燃油温度传感器的信号端子和接地端子;端子 5 和 6 分别为电子调速器的电源 12V 端子和控制端子;端子 8 为熄火断油电磁阀(通过壳体接地)的控制端子;端子 9 和 10 分别为正时控制电磁阀的控制端子和电源 12V。捷达柴油机电控分配泵线束插接器如图 2-37 所示(图中 1 是线束端子插头,2 为电控 VE 分配泵端插头)。

2) 关闭点火开关,拆开电控分配泵线束插接器,在分配泵一侧用万用表测量端子之间的电阻。端子 4 与 7 之间的电阻(燃油温度传感器 G81) 30℃时应为 1500~2000Ω,80℃时为 275~375Ω;端子 1 与 2、3 与 2 之间(油量控制滑套位置传感器)的电阻,正常为 0.5~2.5Ω;端子 9 与 10 之间(正时控制电磁阀)的电阻,正常为 12~20Ω。

3) 燃油温度传感器 G81 触点 7 与 ECU 端子 111,触点 4 与 ECU 端子 103 的最大电阻值为 1.5Ω。油量控制滑套位置传感器 G149 测量端子 1 与 2(电源)和 2(电源)与 3 间电阻,标定值为 4.9~7.5Ω。若达不到更换油泵。触点 1 与 ECU 端子 108,触点 2 与 ECU 端子 106,触点 3 与 ECU 端子 99 之间的导线电阻值最大为 1.5Ω,另测导线间是否彼此短路,对地短路或对正极短路。油量调节器 N146 测量触点 5 和 6 间电阻值,标定值为 0.5~2.5Ω。触点 5 与 ECU 端子 1 和 2,触点 6 与 ECU 端子 121 和 116 之间的导线电阻值最大为 1.5Ω。若未发现故障,更换柴油机电控单元 J248。



4) 打开点火开关,在线束侧用万用表测量电压,端子1与接地、端子3与接地之间的电压约为2.5V,端子5与接地、端子10与接地之间的电压约为12V。

2-440. 如何检查捷达针阀升程传感器?

1) 针阀升程传感器 G80 是捷达柴油发动机系统中重要的传感器之一,如图2-38所示,它与三缸喷油器集成一体。传感器的作用是作为调整柴油发动机正时活塞及喷油时刻的主要信号;感知喷油持续时间;可以作为判缸信号。

2) 拆开针阀升程传感器插座检测传感器电阻,应为80~120Ω。测量传感器波形并检查传感器的导线连接。

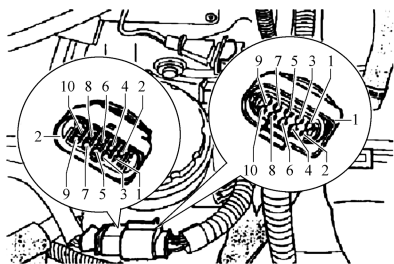


图 2-37 捷达电控分配泵线束插接器

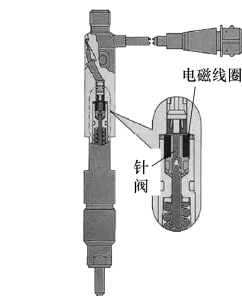
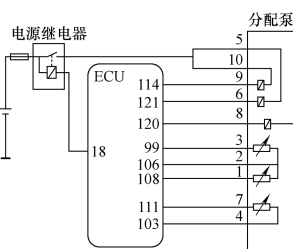


图 2-38 针阀升程传感器 G80

2-441. 宝来柴油机旁通阀式增压压力控制系统是如何工作的?

以宝来柴油机为例,旁通阀式增压压力控制系统如图2-39所示。旁通阀受驱动气室控制,ECU控制电磁阀安装在增压器压气出口与驱动气室之间的高压气管中,电磁阀控制进入驱动室气体压力。ECU将增压压力传感器检测到的实际增压压力与内存的目标值相比较,当实际增压压力低于目标时,ECU控制的电磁阀接地回路断开,电磁阀关闭通往驱动气室的高压气管路,驱动室驱动旁通阀关闭废气通口,使废气流经增压器,废气涡轮增压器工作;当实际增压压力高于目标值时,ECU控制电磁阀回路接通,电磁阀开启通往驱动室的高压空气管路,驱动气室旁通阀开启废气旁通口,由于废气经旁通口排出,废气涡轮增压器停止工作。

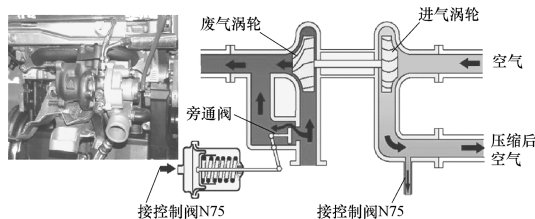


图 2-39 旁通阀式增压压力控制装置

2-442. 可调叶片式增压压力控制系统是如何工作的?

可调叶片式增压压力控制系统如图2-40所示。调整环安装在增压器的涡轮壳上,与可调叶片和轴制成一体的叶片拨销位于调整环相应的卡槽内,叶片轴由支撑环支撑,调整环转动时,即可通过相应的卡槽驱动叶片拨销和叶片一起转动,从而改变叶片的角度。控制连杆通过调整环拨销相应的卡槽驱动调整环转动,而控制连杆的转动则由ECU通过电磁阀和驱动气室来控制,能够对废气涡轮增压器实现四级转换控制。

可调叶片式增压压力原理如图2-41所示。发动机低转速时,ECU通过电磁阀和驱动气室控制调整环转动,使可调叶片角度减小,由于废气经过可调叶片流向涡轮时的通道截面变小,使废气流速加快,而且废气冲击涡轮叶片的外边缘,也增大了涡轮驱动力矩,所以废气涡轮增压器转速较高,增压压力相对提高。反之,可调叶片角度增大时,增压压力则相对减小。

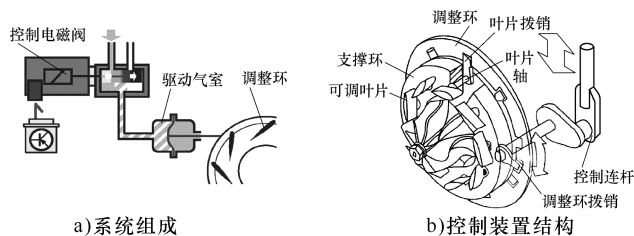


图 2-40 可调叶片式增压压力控制系统

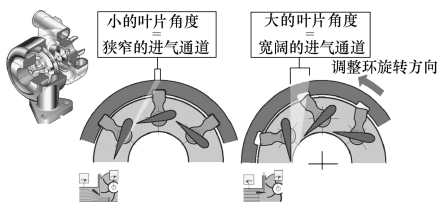


图 2-41 可调叶片式增压压力控制原理

2-443. 二次空气供给系统有何功用?

二次空气系统是降低尾气排放的机外净化装置之一，它通过向废气中吹进额外的空气，增加其中氧气的含量。这样使废气中未燃烧的有害物质如一氧化碳（CO）以及碳氢化合物（HC）在高温环境下再次燃烧。由于在冷起动过程中混合气过浓，从而使废气中未燃烧的碳氢化合物的比重增加。通过二次空气系统能加快预热过程，从而在冷车起动后，能使催化器较早地进入工作状态。通过二次进气能改善催化器中的二次氧化，从而也会减少有害物质的排放。在二次氧化中放出的热量可以明显缩短催化器的起动时间，这样可从本质上改善冷车起动阶段的废气质量。

发动机冷起动阶段未燃烧的碳氢化合物及一氧化碳等有害物质排放相对较高，并且此时，三元催化转化器尚未达到工作温度 300℃ 以上。所以在轿车排放标准达到 EU3 或 EU4 要求时，必须装备此机外净化装置二次空气系统，以降低发动机冷起动阶段有害物质的排放。另一方面，再次燃烧的热量使三元催化转化器很快就达到所需的工作温度。

2-444. 二次空气泵是如何工作的?

1) 发动机控制单元激活二次空气系统开始工作。发动机控制单元控制二次空气进气阀，并通过压力 p 驱动组合阀门开始工作。发动机起动后经过滤清器的空气通过二次空气泵直接被吹到排气门后，二次空气泵电源通过继电器得到。二次空气泵的作用是在很短时间将空气压进排气门后面的废气中。二次空气系统未工作时，热的废气将停止在组合阀门处，阻止进入二次空气泵。在控制过程中，自诊断系统同时进行着检测。由于废气中所含氧气量的增加导致氧传感器电压降低，所以氧传感器必须处于工作状态。二次空气系统正常工作时，氧传感器将检测到极稀的混合气。

2) 二次空气系统只是部分时间内起作用，具体在以下两种工况下工作：冷起动后/热起动后、怠速自诊断。

3) 在冷起动阶段，发动机控制单元通过二次进气系统的继电器控制二次进气管，空气由此进入二次进气喷入组合阀。

4) 与此同时二次进气喷入组合阀被操纵，使二次进气组合阀处达到真空；二次进气组合阀以此打开气缸盖的二次进气通道，如图 2-42 所示。

5) 二次空气系统只在部分时间内起作用，在以下两种工况下工作：冷起动后/热起动后怠速自诊断。冷起动后冷却液温度为 5 ~ 33℃ 时工作 100s。热起动后怠速冷却液温度直到最高 96℃ 工作 10s。

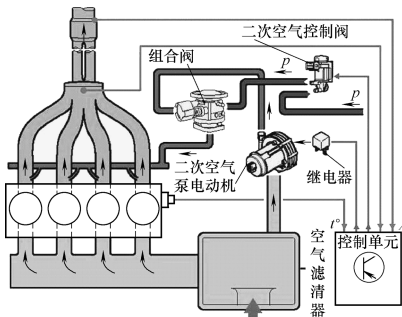


图 2-42 二次进气系统的工作原理



2-445. 电控柴油 EGR 阀结构有何特点?

博格华纳新一代电控 EGR 系统由电控 EGR 阀总成、EGR 中冷器及两根连接管组成，如图 2-43 所示。电控 EGR 阀由无刷电动机直接驱动，凭借其强劲和可靠的齿轮组，该执行器能够提供很高的工作转矩、快速的响应性及良好的耐久性，如图 2-44 所示。在无刷电动机驱动器内部，有 EGR 阀位置传感器，用于确定废气再循环阀的位置。该传感器可将 EGR 阀的开度信息反馈给发动机 ECU，实现对 EGR 率的闭环控制。

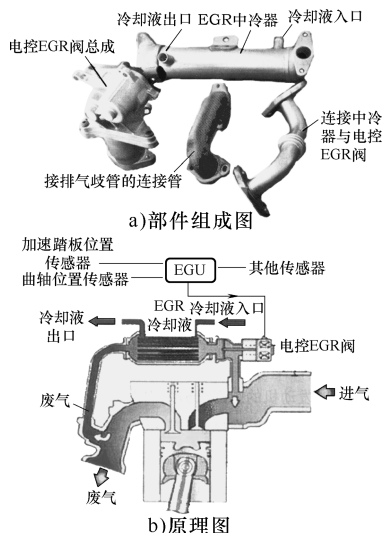


图 2-43 电控 EGR 系统

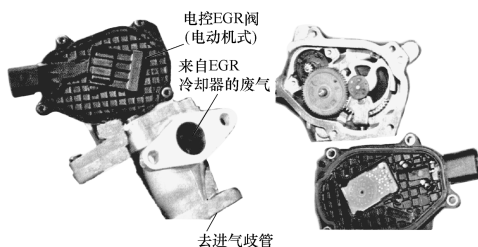


图 2-44 电控 EGR 结构

2-446. 可变截面增压 (VGT) 系统是如何工作的?

当发动机处于中、低速时，废气的动能较小，膜盒式真空执行器使活动叶片组处于最大关闭位置，叶片间通道截面变小，因此废气进入涡轮机的速度加大，从而使涡轮机的转速提高，同轴带动压气机使充气量较普通的增压器增多，如图 2-45a 所示。当发动机高速旋转时，废气动能增加，膜盒式真空执行器推动活动叶片组逐步打开，最终至全开位置，叶片间通道截面增大，导致废气进入涡轮机速度减慢，从而使涡轮机转速降低，同轴带动的压气机使进气量维持在合适的范围内，如图 2-45b 所示。

VGT 转动叶片组的位置变化，由膜盒式真空执行器直接控制，但是受控于 VGT 电磁阀及发动机 ECU，如图 2-46 所示。

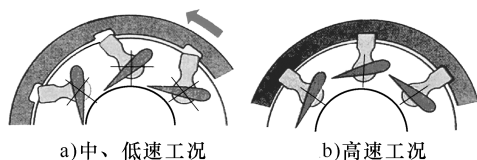


图 2-45 叶片组角度变化

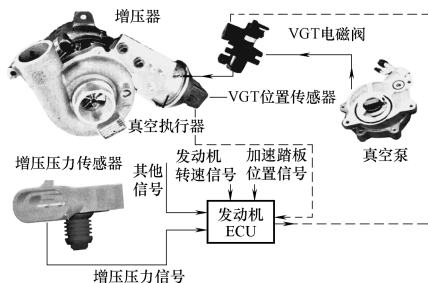


图 2-46 VGT 系统控制模式



2-447. 何谓选择性催化还原 (SCR)?

SCR 即通过高压燃油喷射和改进燃烧过程在机内将 PM 原始排放降低到欧 IV 和欧 V 限值以内, 但 NO_x 原始排放将有所增加, 再采用 SCR 系统将 NO_x 降低到欧 IV 和欧 V 限值以内。SCR 系统具有较高的 NO_x 净化效率 (70% ~ 90%), 但是 SCR 催化器的体积一般是柴油发动机排量的 1.5 ~ 2 倍, 而且还需要配备包括泵、喷射器、储存箱和用于计量尿素的 NO_x 传感器和电控模块等一整套尿素喷射控制系统设备。现在, 在上述基础上经过二次开发, 已推出小型紧凑而功能俱全的可供乘用车使用的 SCR/AdBlue 系统, 如图 2-47、图 2-48 所示, 主要用于新车型, 具有达到未来欧 VI 废气排放标准的潜力。

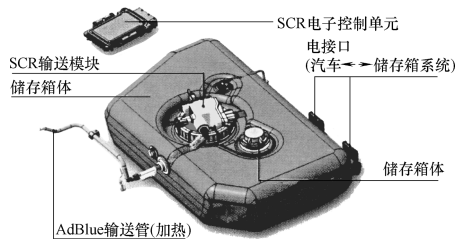


图 2-47 储存-计量-输送-控制系统

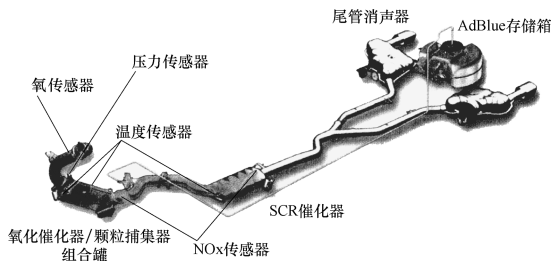


图 2-48 带 SCR 催化器的 Bluetec 后处理系统排气装置

2-448. 三元催化转化器结构有何特点?

三元催化转化器由催化剂载体、催化剂和外壳等组成, 其结构如图 2-49 所示。三元催化器串接在排气歧管和和消声器之间, 氧传感器之后。

大多数三元催化转化器以蜂窝状陶瓷作为承载催化剂的载体, 经特殊工艺处理的蜂窝状陶瓷载体能提供非常大的表面积, 以促进化学反应快速进行。在陶瓷载体上浸渍铂 (或钯) 和铈的混合物作为催化剂。铂和钯是氧化催化剂, 当 HC 和 CO 与布满铂、钯的热表面接触时, HC 和 CO 就会分别与氧气化合成 H_2O 和 CO_2 。铈是还原催化剂, 当 NO_x 与炙热的铈接触时, NO_x 就会脱去氧, 还原为 N_2 。

排放物流入三元催化转化器, 被吸附在催化剂表面上, 吸附物质与气体分子或相邻的被吸附分子进行化学反应, 形成低能量的反应产物, 这种反应产物很容易从表面上脱附, 并随排气流排出, 进入外部空间, 催化剂本身并不参加反应。

催化剂要在理论空燃比的混合气浓度下, 铂促使 HC 和 CO 氧化, 而铈使 NO_x 还原。因为 NO_x 在催化转化器中还原需要 HC 和 CO 作为还原剂, 如果氧过量, 即燃用稀混合气时, 这些还原剂首先和氧反应, 则 NO_x 的还原反应就不能进行。而如果空气不足即氧浓度不够时, HC 和 CO 就不能被完全氧化。

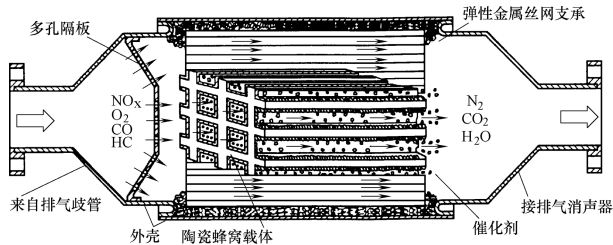


图 2-49 三元催化转化器结构图

- ### 2-450. 如何解决共轨式电控柴油发动机喷油器卡滞故障?

- 读取数据流发现发动机转速波动很大,如图 2-50 所示。发动机怠速明显不稳,这说明某缸或某些缸的做功情况很差,结合加速时还有黑烟冒出,怀疑喷油器不能喷油或喷油雾化不良。电控高压共轨系统高压油路采用的是闭环控制模式,对故障模式 10,一般与喷油器有关,当喷油器喷油不好或回油不好时,发动机转速不能稳定,这时 ECU 试图通过加大每循环的油量来维持转速的稳定,所以就会有该故障码出现。

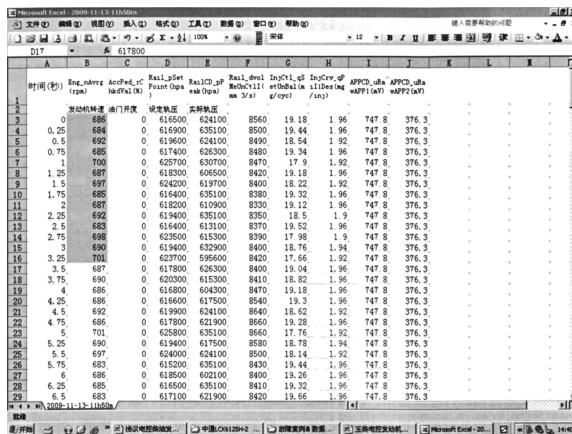


图 2-50 喷油器卡滞故障数据流

- (3) **故障排除** 结合故障码 P2269, 分析是燃油中水分过多, 导致喷油器内部锈蚀卡滞, 引起发动机工作异常。用诊断仪自带的断缸功能判断出第 3 缸、第 6 缸喷油器工作不良, 更换后故障解决。

(1) **故障现象** 一辆装配朝柴 CY4102-C3C 发动机的车在行驶途中突然熄火, 后无法起动。驾驶人叙述说, 车辆行驶正常, 后来车辆突然抖动起来, 然后熄火后无法再次起动。打开点火开关, ECU 故障灯常亮, 用万用表测量冷却液温度传感器接插件, 有 5V 电压, 证明 ECU 已经工作。连接诊断仪, 读取故障码, 如图 2-51 所示。

- (2) **故障分析** 发动机无法启动的主要原因是无曲轴信号。用万用表测量曲轴位置传感器两端子间的电阻值为 480Ω , 正常应为 900Ω 左右, 判断曲轴位置传感器损坏。拆检曲轴位置传感器发现头部被打坏, 如图 2-52 所示。



传感器头部被打坏,说明离合器内有杂物。为了防止再次损坏,拆检离合器,发现分离轴承散架,轴承滚子随离合器旋转将传感器打坏。清理轴承滚子、更换分离轴承。

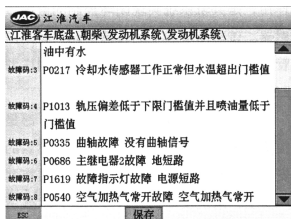


图 2-51 曲轴位置传感器损坏故障码



图 2-52 损坏的曲轴位置传感器

(3) **故障排除** 更换曲轴位置传感器后试车,仍然无法起动。这时想起还有一个故障码 P1013 (轨压偏差低于下限门槛值并且喷油量低于门槛值),该故障说明系统无法建立轨压,一般是低压油路出现故障。询问驾驶人得知,该车行驶 3 万 km,一直没有更换柴油滤清器。拆检滤清器发现里面都变成黑色的了,柴油滤清器堵塞造成油路供油不畅。更换滤清器后发动机顺利起动,运行正常。

2-452. 如何解决共轨管损坏故障?

(以玉柴国Ⅲ发动机的油路来举例说明)。如图 2-53 所示,低压油路从油箱经过两级滤清器后输送到高压油泵,产生高压燃油到共轨管部件与喷油器中。由**共轨管的原理与工作条件可以看出它的作用是保持发动机工作时喷油器有稳定和持续的燃油压力与燃油**。燃油计量阀决定了油泵燃油的供给量,而轨压传感器与轨压泄压阀部件是共轨管控制燃油压力的主要部件,如图 2-54 所示。共轨管部件故障激发条件是当实际轨压比设定轨压高 20MPa 的时间大于 2s 时,泄压阀打开保护发动机。此时诊断仪显示轨压维持在 72MPa,不随转速变化而波动,且限制发动机转速在 1700r/min 下(在限制范围内,油门起作用)。在实际检测工作中,会碰到很多诊断仪报出轨压泄压阀打开的故障与故障码,但在实际排除故障时却发现不一定就是共轨控制部件有故障,很多情况下是发动机实际运行过程中共轨管的压力波动大于它设定的规定值,所以才激发了轨压泄压阀打开的故障码。

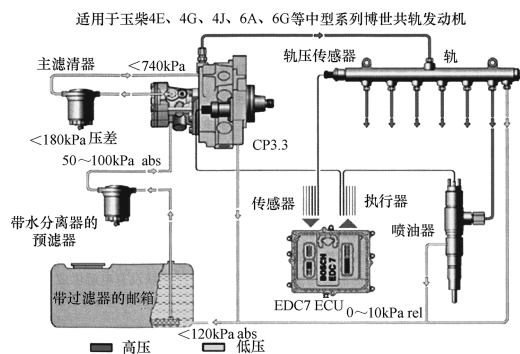


图 2-53 玉柴国三发动机的油路

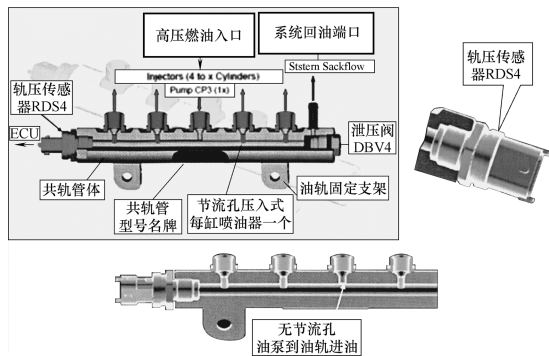


图 2-54 高压燃油共轨

一台配备博世共轨系统的玉柴国Ⅲ发动机被限速 1700r/min,故障灯常亮,图 2-55、图 2-56 所示是诊断仪读取的故障码,确认故障是 P100E。进入发动机系统读取数据流,发现发动机转速保持在 800r/min 的情况下,共轨管内的实际轨压值一直保持在 166.4MPa 不变,初步判断为轨压传感器损坏。轨压传感器有三根线,分别为地线、轨压信号线(中间这根)、5V 参考电压线。在



给 ECU 供电但发动机不起动的情况下, 拨开轨压传感器接插件测量。轨压传感器三根线测量结果如下: 轨压参考电压 5V、轨压信号线 5V、地线接地 0V。确认传感器电路正常。不拔开轨压传感器接插件, 给 ECU 供电但发动机不起动, 测量轨压传感器信号线电压只有 0.1V, 低于正常的 0.5~0.55V。确认轨压传感器损坏, 更换共轨管总成后故障排除。

故障序号	DTC	状态	故障名称
1	P100E	故障确认	轨压传感器打开
2	P2159	无效信号, 故障确认	车速信号故障, 不合理
3	P0193	超高压, 历史故障	轨压信号超高压

图 2-55 发动机故障码一

故障序号	DTC	状态	故障名称
1	P0122	超低压, 历史故障	加速踏板第1路信号故障-超低压
2	P0222	超低压, 历史故障	加速踏板第2路信号故障-超低压
3	P0193	超高压, 历史故障	轨压信号故障-超高压
4	P0251	无信号, 历史故障	燃油计量阀驱动故障-开路
5	P0238	超高压, 历史故障	增压压力信号故障-超高压
6	P0118	超高压, 历史故障	冷却水温信号故障-超高压
7	P0098	超高压, 历史故障	进气歧管压力信号故障-超高压
8	P1620	无信号, 历史故障	水温警告灯驱动电路故障-开路
9	P2159	无效信号, 故障确认	车速信号故障-不合理
10	P1011	超高压, 历史故障	轨压闭环控制模式故障0-轨压低于目标值
11	P100E	超高压, 历史故障	轨压传感器打开-超高压

图 2-56 发动机故障码二

第三章

底盘



第一节 底盘基础知识与离合器



3-453. 汽车底盘是由哪几部分组成的?

汽车发动机是汽车的动力装置,它的作用是使供入其中的燃料燃烧而发出动力。而底盘则接受发动机的动力,使汽车产生运动,并能在驾驶人的意志操纵下正确驾驶。底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统组成。

3-454. 传动系统是由哪几部分组成的?有何功用?

传动系统将发动机的动力传递给驱动车轮。传动系统由离合器、变速器、传动轴、主减速器及差速器和传动轴(半轴)等部分组成。

3-455. 行驶系统是由哪几部分组成的?有何功用?

轮式汽车行驶系统一般由车架、车桥、车轮和悬架等组成。车轮支承着车桥,车桥又通过弹性悬架与车架相连接。

3-456. 转向系统是由哪几部分组成的?有何功用?

(1) **组成** 汽车转向系统主要由转向操纵机构、转向器和转向传动机构三部分组成。

(2) **功用** 汽车在行驶过程中,需要驾驶人的意志经常改变其行驶方向,即所谓汽车转向。转向系统除具有改变汽车的行驶方向,使其按驾驶人规定的方向行驶的功能外,还可以克服由于路面侧向干扰力使车轮自行产生的转向,使汽车恢复原来的行驶方向。

3-457. 制动系统是由哪几部分组成的?有何功用?

(1) **组成** 制动系统可使汽车减速或停车,并保证驾驶人离车后能使汽车可靠的停驻原处。它包括前轮制动器、后轮制动器以及控制装置、传动装置和供能装置。

(2) **功用** 汽车应包括两套独立的制动系统,即行车制动系统和驻车制动系统。行车制动系统又称脚制动系统,其功用是使正在行驶中的汽车减速或在最短的距离内停车。驻车制动系统又称手制动系统,其功用是使已经停在各种路面上的汽车驻留原地不动。

3-458. 离合器有何功用?

离合器是汽车传动系统中直接与发动机相连接的部件,用来分离或接合发动机与变速器之间的动力传递。保证汽车平稳起步;保证传动系统换挡时工作平顺;防止传动系统过载。



●3-459. 离合器由哪几部分组成?

离合器主要由主动部分、从动部分、压紧机构和操纵机构四部分组成。

- 1) 离合器的主动部分包括飞轮、离合器盖和压盘等。
- 2) 从动部分即离合器从动盘，它由从动盘本体、摩擦片和从动盘毂三个基本部分组成。
- 3) 压紧机构主要是螺旋弹簧或膜片弹簧，它以离合器盖为依托，将压盘压向飞轮，从而将从动盘压紧。
- 4) 操作机构是为驾驶人借以使离合器分离与接合的机构，它由分离机构和离合器踏板及传动机构等组成。

3-460. 捷达轿车离合器是由哪几部分组成的?

捷达轿车离合器的从动盘有两级减振装置，如图3-1所示，第一级为预减振装置，第二级为减振弹簧。

第一级预减振装置很软，主要是在发动机怠速工况下起作用，能消除怠速时变速器的噪声。第二级减振器刚度很大，它可降低曲轴与传动系统接合部分的扭转刚度，缓和汽车改变行驶状态时对传动系统产生的扭转冲击，并改善离合器的接合柔和性。

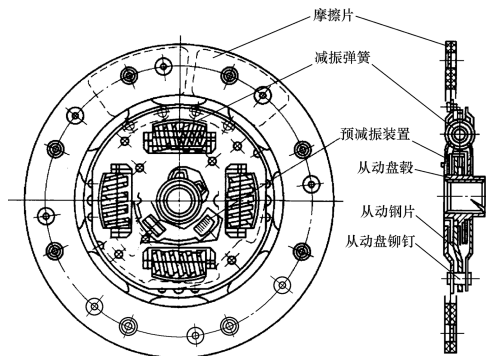


图 3-1 捷达离合器从动盘

●3-461. 离合器 SAC 有何功能? 如何自调?

“SAC”是 Self-Adjusting-Clutch 的缩写，意为“自调离合器”。

1) 在离合器从动盘的整个使用寿命中保持不变的分离力。

2) 离合器从动盘有更高的磨损余量其结构如图3-2所示。随着离合器从动盘的磨损，主碟形弹簧的位置会发生变化，从而改变了压紧力和分离力的特征线（图3-3）。主碟形弹簧有一条递减的特征线。为了使压板的压紧力在约1.5~2mm的磨损范围上不致过低，选择的主碟形弹簧力的特征线在一开始压紧力首先上升。其结果是不得不加大踩踏力。在双涡轮增压发动机上，离合器必须传递很高的转矩。因为在设计离合器时由于结构上的条件限制了摩擦片的面积，所以必须通过更高的压紧力来补偿。结果是同样需要更高的分离力（特别是在磨损时）。

SAC 离合器的功能：

- (1) 与传统的离合器相比，下列零件是新的或经过改进的：

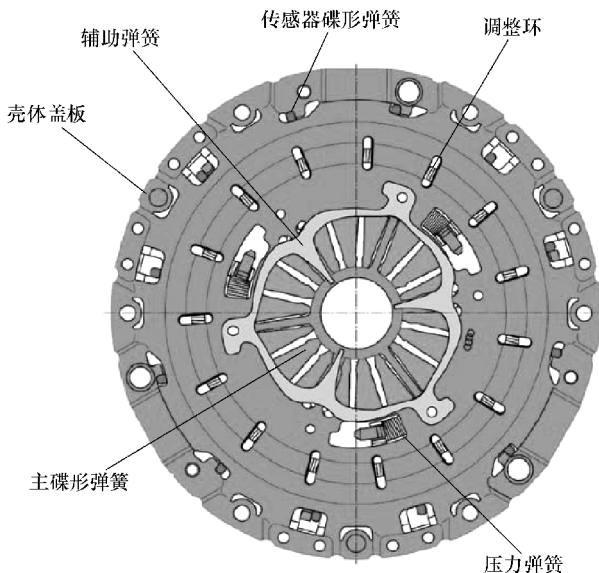


图 3-2 离合片的结构

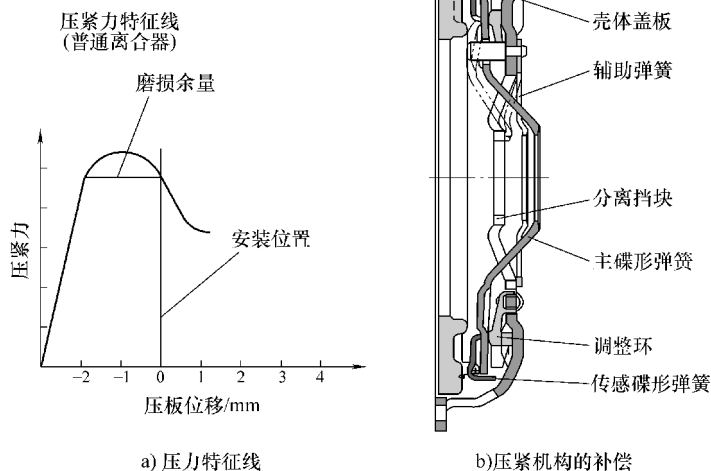


图 3-3 离合器的压紧机构

1) 传感器碟形弹簧。2) 带斜面(楔子)和压力弹簧的调整环。3) 带斜面压花和压力弹簧导向片的壳体盖板。4) 分离行程挡块(集成在壳体盖板中)。5) 辅助弹簧(与壳体盖板铆接在一起)如图 3-4 所示。

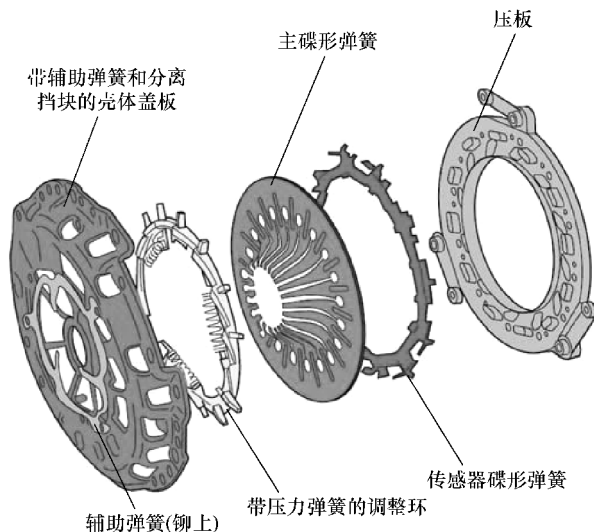


图 3-4 SAC 离合器结构

分离行程挡块限制了分离轴承的位移并防止调整环无意的调整。辅助弹簧从一个定义的行程开始克服主碟形弹簧力,并使离合时受力均匀。

(2) 与传统的压板不同,在 SAC 离合器上主碟形弹簧的支座被设计为非固定式。通过传感器碟形弹簧和调整环对主碟形弹簧进行支撑如图 3-5 所示。

如果要更换离合器从动盘,则必须将调整环向回转。新的 SAC 离合器压板已复位过。

分离过程:传感器碟形弹簧的力量克服主碟形弹簧的力量,力量大小应保证在正常分离力下将主碟形弹簧压在调整环上。

如果摩擦片磨损使主碟形弹簧的力量大于传感器碟形弹簧的力量,则主碟形弹簧会从调整环

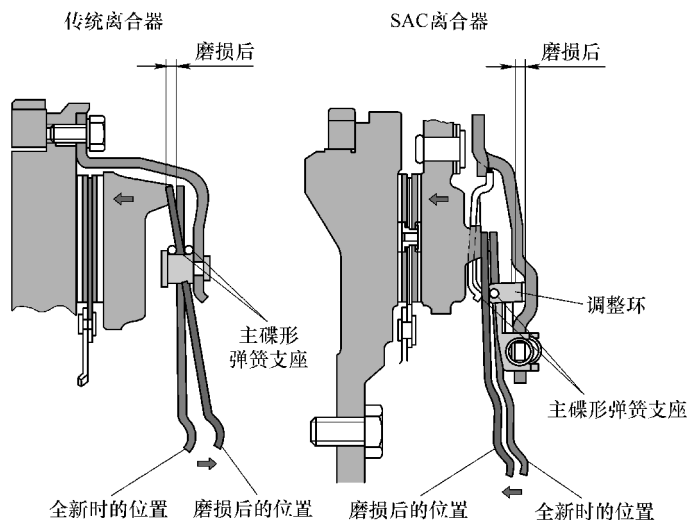


图 3-5 传统离合器与 SAC 离合器的磨损后对比

上翘起。压力弹簧沿着壳体盖板的斜面扭转调整环。这样就补偿了摩擦片的磨损，并重新恢复了压紧和分离力，如图 3-6 所示。

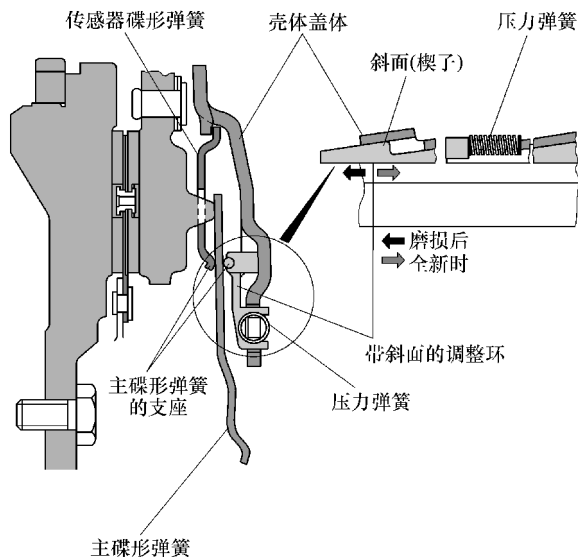


图 3-6 自动离合器分离

● 3-462. 何谓离合器自由间隙和离合器自由行程?

当离合器处于正常接合状态时，在分离杠杆内端与分离轴承之间必须预留一定量的间隙，即离合器自由间隙。

驾驶人在踩下离合器踏板后，先要消除一定的间隙，然后才能开始分离离合器。为消除这一间隙所需要的离合器踏板行程，称为离合器踏板自由行程，**自由行程一般为 30 ~ 40mm。**

● 3-463. 离合器是如何工作的?

1) 离合器接合 (图 3-7)。盘形弹簧 5 将离合器压盘 2 压在离合器从动盘 3 上。离合器从动盘以轴向移动方式支撑在从动轴 4 上。因此离合器压盘可将离合器从动盘压在飞轮 1 的摩擦面



上,从而使飞轮以摩擦方式通过离合器从动盘与变速器输入轴连接。

2) 离合器分离 (图 3-8)。踩下离合器踏板时,通过工作液压缸 7 和分离拨叉 8 将分离轴承 6 压在盘形弹簧 5 上。盘形弹簧克服压紧力使离合器压盘 2 从离合器从动盘 3 上分离。因此离合器从动盘离开飞轮摩擦面并位于飞轮与离合器压盘之间。此时至变速器的作用力传递中断。

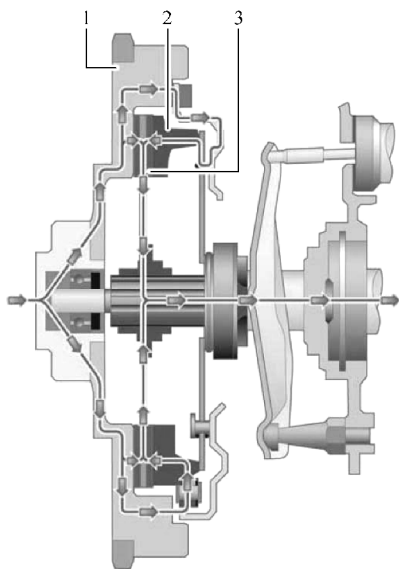


图 3-7 离合器接合原理

1—飞轮 2—离合器压盘
3—离合器从动盘

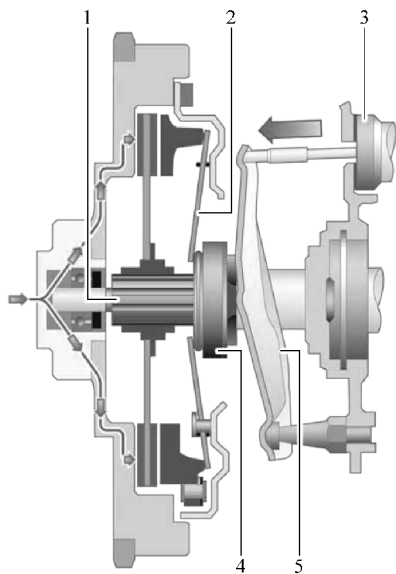


图 3-8 离合器分离原理

1—从动轴 2—盘形弹簧 3—分离轴承
4—工作液压缸 5—分离拨叉

● 3-464. 离合器内部操纵机构结构有何特点?

离合器内部操纵机构主要由分离盘、安装在变速器输入轴中心的推杆、分离轴承、分离杠杆、回位弹簧及一端固定在离合器分离臂上的分离杠杆轴等组成,如图 3-9 所示。当踏下离合器踏板时,拉索机构拉动离合器分离臂,并带动分离杠杆轴转动,分离杠杆压向分离轴承,进而推动推杆和分离盘使离合器分离。

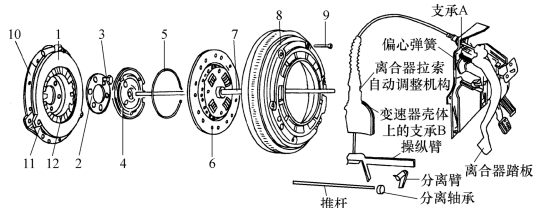


图 3-9 捷达离合器机构

1—压盘 2—中间盘 3—螺栓 4—分离盘 5—卡簧 6—从动盘 7—离合器推杆
8—飞轮 9—螺栓 10—离合器盖 11—传动片 12—膜片弹簧

● 3-465. 新款东风货车离合器机构结构有何特点?

新款东风货车离合器一般由主动部分、从动部分、压紧机构和操纵机构等组成,如图 3-10 所示。按压紧机构的不同,东风系列货车离合器分为周布弹簧离合器和膜片弹簧离合器。



●3-466. 新款东风货车的新型离合器助力器结构有何特点?

新型离合器助力器结构如图 3-11 所示。

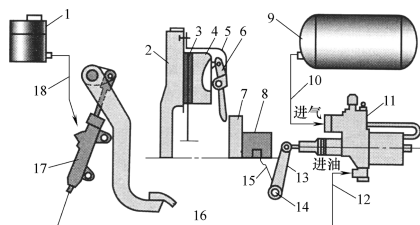


图 3-10 离合器机构

- 1—储油罐 2—飞轮 3—从动盘 4—压盘
5—离合器盖 6—膜片弹簧 7—分离轴承
8—分离套筒 9—储气筒 10—气管 11—助力器
12、18—油管 13—分离臂 14—分离叉轴
15—分离叉 16—踏板 17—主缸

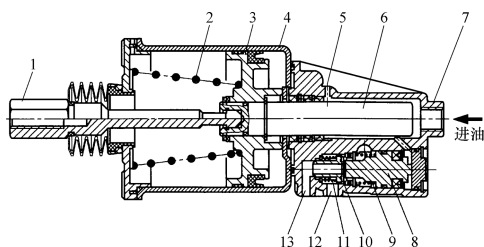


图 3-11 新型离合器助力器结构

- 1—推杆 2、9、11—回位弹簧 3—动力活塞
4—动力缸 5—放气口 6—活塞 7—液压缸
8—控制活塞 10—阀门 12—进气口
13—排气口

●3-467. 东风货车新型离合器助力器是如何工作的?

如图 3-11 所示, 进气口连接储气罐, 进油口连接离合器主缸, 推杆 1 与离合器相连。

当未踩离合器踏板时, 控制活塞腔内的油压较低, 在回位弹簧 9 的作用下控制活塞处于最后端, 此时阀门 10 的进气口关闭、排气口开启。动力缸与大气相通, 无压缩空气助力。

当踏下离合器踏板时, 主缸的液压油推动活塞 6 向前移动, 同时液压油作用在控制活塞 8 上, 控制活塞向前移动, 阀门 10 的排气口关闭、进气口打开, 压缩空气进入动力缸内并作用在动力活塞 3 上, 动力活塞将气压助力传给活塞 6, 推动推杆 1 向前移动, 离合器分离。

当离合器踏板停在某一位置时, 液压缸内产生的油压一定, 由于压缩空气同时还作用在控制活塞上, 当控制活塞所受的气压作用力与液压作用平衡时, 控制活塞将在回位弹簧 9 的作用下向后移动, 阀门 10 的进气口将关闭, 同时排气口仍关闭, 因此动力缸的气压稳定, 气压助力的大小确定, 即助力器推杆输出推力与踏板行程呈线性关系, 它具有随动性。

当松开离合器踏板时, 液压缸内的油压下降, 在回位弹簧的作用下控制活塞向后移动, 打开阀门 10 的排气口, 动力缸内的压缩空气经排气口排出, 动力活塞和活塞 6 在回位弹簧 2 的作用下回位, 推杆 1 回位, 离合器接合。

●3-468. 东风货车新型离合器助力器内部结构有何特点?

东风货车新型离合器助力器内部结构如图 3-12 所示, 主要由提升阀、继动活塞、动力活塞、液压缸等组成。

●3-469. 液压助力式离合器操纵机构组成如何?

液压式操纵机构示意如图 3-13 所示, 主要由主缸、工作缸以及管路系统组成。

3-470. 离合器打滑故障如何排除?

(1) 现象

- 1) 汽车用低档起步, 放松离合器踏板后, 汽车不能灵敏起步或起步困难。
- 2) 汽车加速时, 车速不能随发动机转速提高而加快及行驶无力。
- 3) 当载客上坡时, 打滑较明显, 严重时从离合器内散发出焦臭味。

(2) 原因

- 1) 离合器踏板自由行程太小或没有, 分离轴承经常压在膜片弹簧上, 使压盘处于半分离状态。

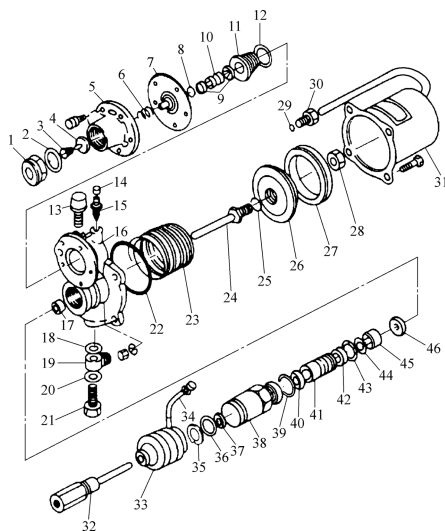


图 3-12 离合器助力器内部结构

- 1—管接头 2、18、20、29—密封垫 3、6—弹簧
4—提升阀 5—提升阀壳体 7—膜片 8、35、42—挡圈
9、12、27、39、40、45—密封圈 10—继动活塞
11—阀套 13—通气塞 14—护罩 15—排气螺钉
16—壳体 17—油封 19—管接头 21—管接头螺栓
22、25、37—O 形圈 23—回位弹簧 24、32—推杆
26—动力活塞 28—螺母 30—管套 31—动力缸
33—护套 34—通气管 36—垫圈 38—液压缸
41—活塞 43、46—垫片 44—限位块

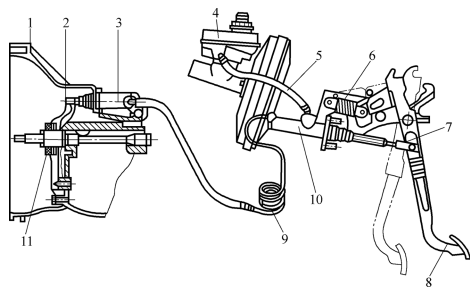


图 3-13 离合器液压式操纵机构

- 1—变速器壳体 2—分离板 3—工作缸 4—储液罐
5—进油软管 6—回位弹簧 7—推杆接头
8—离合器踏板 9—油管总成
10—主缸 11—分离轴承

2) 摩擦片磨损变薄、硬化、铆钉外露或沾有油污。

3) 离合器和飞轮连接螺栓松动。

(3) 判断与排除

1) 拉紧驻车制动器, 挂上低速档, 慢慢放松离合器踏板, 逐渐踩下加速踏板, 若汽车不动, 发动机仍继续运转而不熄火, 说明离合器打滑。

2) 检查离合器踏板自由行程, 如不符合规定应予以调整。

3) 若自由行程正常, 应拆下变速器罩壳, 检查离合器与飞轮联接螺栓是否松动, 如松动应予以拧紧。

4) 经上述检查排除后仍然打滑时, 应拆下离合器检查摩擦片的状况。若有油污, 一般应用汽油清洗干净并烘干, 然后找出油污来源, 并设法排除。若摩擦片磨损过薄或多数铆钉头外露, 应更换摩擦片。

5) 如摩擦片完好, 则应分解离合器, 检查压盘膜片弹簧, 若弹力过软应予更换。

3-471. 离合器分离不彻底故障如何排除?

(1) 现象

1) 发动机怠速运转时, 踩下离合器踏板, 挂档有齿轮撞击声, 且难以挂入; 虽强行挂入, 但不放松踏板, 汽车就向前驶动或造成发动机熄火。

2) 变速时挂档困难或挂不进档, 并从变速器端发出齿轮撞击声。

(2) 原因

1) 离合器踏板自由行程太大。



- 2) 膜片弹簧指不在同一平面上。
- 3) 离合器从动盘翘曲, 铆钉松脱或新换的摩擦片过厚。
- 4) 从动盘毂键槽与变速器输入轴键锈蚀, 使从动盘移动困难。
- 5) 分离杠杆调整不当或分离杠杆弯曲、变形。

(3) 判断和排除

- 1) 将变速杆放到空档位置, 踏下离合器踏板, 用旋具推动离合器从动盘。若能轻松推动, 说明能分离; 反之则分离不彻底。
- 2) 检查、调整离合器踏板自由行程。
- 3) 若新换摩擦片过厚, 可在离合器盖与飞轮间增加适当厚度的垫片予以调整, 但各垫片厚度应一致。
- 4) 若上述检查调整仍无效时, 应将离合器拆下分解和检查, 必要时予以修理或换件。

3-472. 离合器发响故障如何排除?

- (1) **现象** 行驶中操纵离合器时有不正常响声。
- (2) **原因** 分离轴承磨损严重或缺油, 轴承回位弹簧过软、折断或脱落, 从动盘铆钉松动或减振弹簧折断, 踏板回位弹簧过软、脱落或折断。
- (3) **判断和排除**
 - 1) 稍稍踩下离合器踏板, 膜片弹簧与分离轴承接触, 如听到“沙沙”的响声, 为分离轴承响。若加油后仍响, 为轴承磨损松旷或损坏, 应予以更换。
 - 2) 踩下、放松离合器踏板时, 如出现间断碰击声, 为分离轴承前后滑动响 (分离轴承支承弹簧失效), 应更换支承弹簧。
 - 3) 发动机一起动就有响声, 将踏板提起后响声消失, 为踏板弹簧失效, 应更换踏板弹簧。
 - 4) 连踩踏板, 在离合器刚接触或分开响, 为从动盘铆钉松动和摩擦片铆钉外露, 应修复铆钉。

3-473. 起步时发抖故障如何排除?

- (1) **现象** 起步时不能平稳接合, 使车身产生抖动。
- (2) **原因** 压盘和从动盘发生翘曲, 或从动盘铆钉松动, 变速器与飞轮壳或者离合器盖与飞轮固定螺栓松动, 膜片弹簧弹力不均。
- (3) **判断与排除**
 - 1) 让发动机怠速运转, 挂上低速档, 缓慢松开离合器踏板并踩下加速踏板起步, 如车身有明显的抖动, 则为离合器发抖。
 - 2) 检查变速器与飞轮壳、离合器盖与飞轮固定螺钉是否松动, 检查膜片弹簧高度。
 - 3) 拆开离合器盖测量膜片弹簧的高度是否一致。
 - 4) 若上述各项均不符合要求, 则拆下离合器, 分别检查压盘、从动盘是否变形, 铆钉是否松动, 膜片弹簧的弹力是否在允许范围内。

3-474. 如何调整离合器踏板行程?

离合器自由行程的调整, 通过调整分离杠杆上的球形调整螺母来进行, 如图 3-14 所示。螺母旋入, 自由行程减小, 螺母旋出, 自由行程增大。

3-475. 离合器液压系统如何排气?

- 1) 在放气塞上接一根塑料管, 另一端插入盛有半满制动液的容器内, 如图 3-15 所示。
- 2) 轻踩离合器踏板数次, 踏着不动, 拧松放气塞, 液压系统中的空气便排放到容器内, 拧紧放气塞, 松开离合器踏板。反复上述操作数次, 直到容器中不出现气泡为止, 则说明空气已排



完。再加注制动液至规定位置。

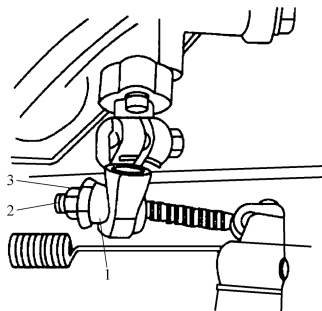


图 3-14 踏板自由行程的调整

1—球形调整螺母 2—分离拉杆 3—锁紧螺母

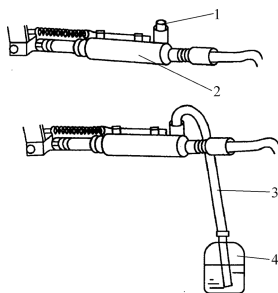


图 3-15 液压系统的排气

1—放气螺栓 2—工作缸 3—透明胶管 4—容器

3-476. 压盘平面度如何检查?

将平面钢尺放置在压盘上,用塞尺在其缝隙处测量,平面度偏差不得超过 0.12mm,如图 3-16 所示。

3-477. 如何检查摩擦片的磨损?

1) 用深度游标卡尺测量铆钉头的深度,如图 3-17 所示。摩擦片工作面与铆钉头深度极限为 0.30mm,磨损极限为 0.50mm。

2) 摩擦片轻微烧蚀硬化,可用锉刀或粗砂布光磨后使用。摩擦片磨损过薄或破裂,应更换摩擦片。

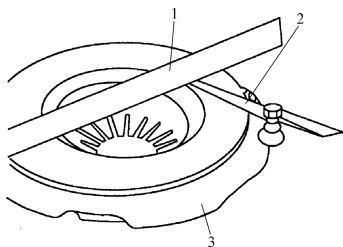


图 3-16 压盘平面度的检验

1—平面钢尺 2—塞尺 3—压盘

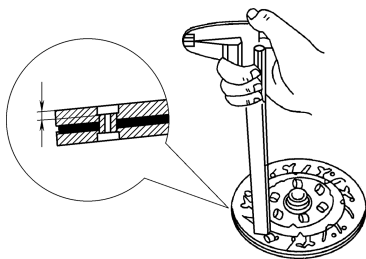


图 3-17 从动盘摩擦片磨损的检查

3-478. 新款东风货车的助力器推杆自由行程如何检查与调整?

消除分离轴承与分离杠杆垫环间隙的助力器推杆的行程称为其自由行程,是分离轴承与分离杠杆垫环间隙的间接反映,一般自由行程为 3~5mm。取下推杆回位弹簧,先测量推杆顶靠在活塞上时伸出的长度,再用手将推杆向前推到分离轴承顶靠在分离垫环上为止,测量此时推杆伸出的长度。两次测得的长度差即为推杆的自由行程,若不符合要求则需调整。调整时松开锁紧螺母,如图 3-18 所示,然后顺时针旋转调整螺母使推杆伸长,直到推杆无自由行程,再逆时针转动调整螺母两圈(螺纹的螺距为 2mm),拧紧锁紧螺母即可。

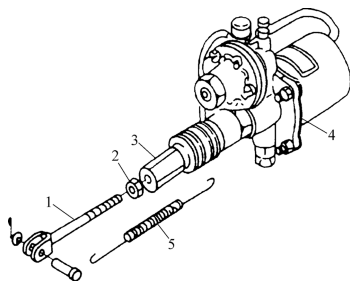


图 3-18 离合器助力器

1—推杆 2—锁紧螺母 3—调整螺母
4—助力器 5—回位弹簧



第二节 变速器



3-479. 手动变速器如何变速?

起动发动机, 踩下离合器使离合器分离, 通过变速杆挂上档位, 实际是将档位的主动齿和从动齿轮通过同步器和输出轴连接起来共同旋转。当升档时则又换成新的档位主动齿轮、从动齿轮、输出轴齿轮接合如图 3-19 所示。

倒档时, 主动齿轮和从动齿间又增加一个倒档轴和齿轮, 这样就可使输出轴实现与相反的方向如图 3-20 所示。

手动变速是利用大小不同的齿轮来与输出轴齿轮接合传递动力的, 当降档时, 实际上是从动齿轮切换到更大的齿轮, 主动齿轮变小。就好比我们的变速自行车一个道理。小齿轮 (主动) 带大齿轮 (从动) 是减速, 大齿轮 (主动) 带小齿轮 (从动) 增速, 所以手动变速通过切换不同档位会实现不同的速度如图 3-21 所示。

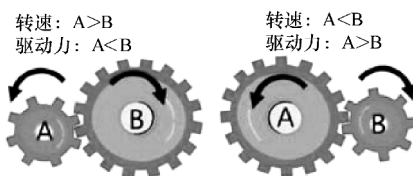


图 3-19 变速器工作原理

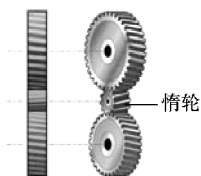


图 3-20 倒档工作原理

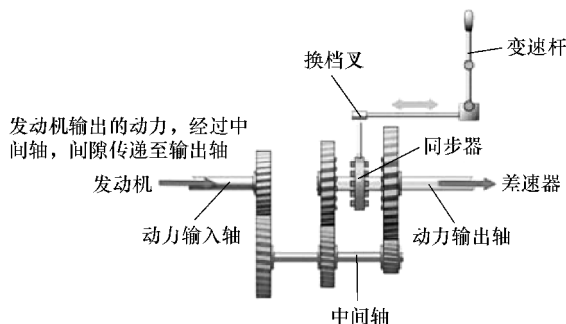


图 3-21 手动变速器工作原理图

● 3-480. 新款大众 5 档 0A4 型变速器有何结构? 动力传递路线如何?

大众新款 5 档 0A4 型变速器基本结构如图 3-22 所示。动力传递路线见表 3-1。

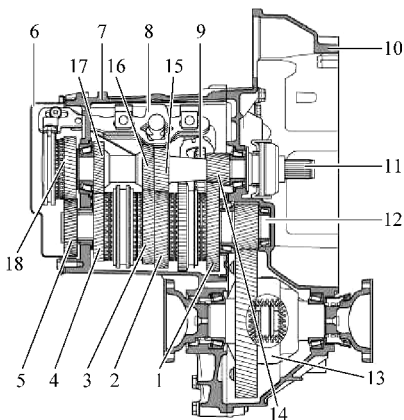


图 3-22 大众新款 5 档 0A4 变速器基本结构

- 1—第 1 档齿轮 2—第 2 档齿轮 3—第 3 档齿轮 4—第 4 档齿轮 5—第 5 档齿轮 6—变速器壳体的盖板
7—变速器壳 8—换档控制装置 (换档拨叉) 9—倒档齿轮 10—离合器壳 11—传动轴 12—从动轴
13—差速器 14—传动轴 1 档齿轮 15—传动轴 2 档齿轮 16—传动轴 3 档齿轮
17—传动轴 4 档齿轮 18—传动轴 5 档齿轮



表 3-1 大众新款 5 档 0A4 型变速器档位动力分析

档 位	动力传递路线
1 档	变速杆从空档向左、向前移动,实现: 动力→传动轴→传动轴一档齿轮→从动轴一档齿轮→从动轴上一、二档同步器→从动轴→动力输出
2 档	变速杆从空档向左、向后移动,实现: 动力→传动轴→传动轴二档齿轮→从动轴二档齿轮→从动轴上一、二档同步器→从动轴→动力输出
3 档	变速杆从空档向前移动,实现: 动力→传动轴→传动轴三档齿轮→从动轴三档齿轮→从动轴三、四档同步器→从动轴→动力输出
4 档	变速杆从空档向后移动,实现:动力→传动轴→传动轴四档齿轮→从动轴四档齿轮→从动轴三、四档同步器→从动轴→动力输出
5 档	变速杆从空档向右、向前移动,实现:动力→传动轴→传动轴上五档同步器→传动轴上五档齿轮→从动轴五档齿轮→从动轴→动力输出
倒档	按下变速杆从空档向左前移动,实现:动力→传动轴→传动轴倒档齿轮→倒档轴上倒档齿轮→从动轴倒档齿轮→从动轴→动力反向输出

3-481. 手动 6 档变速器有何结构特点?

大众奥迪新款 02Q 型新型变速器结构如图 3-23 所示。

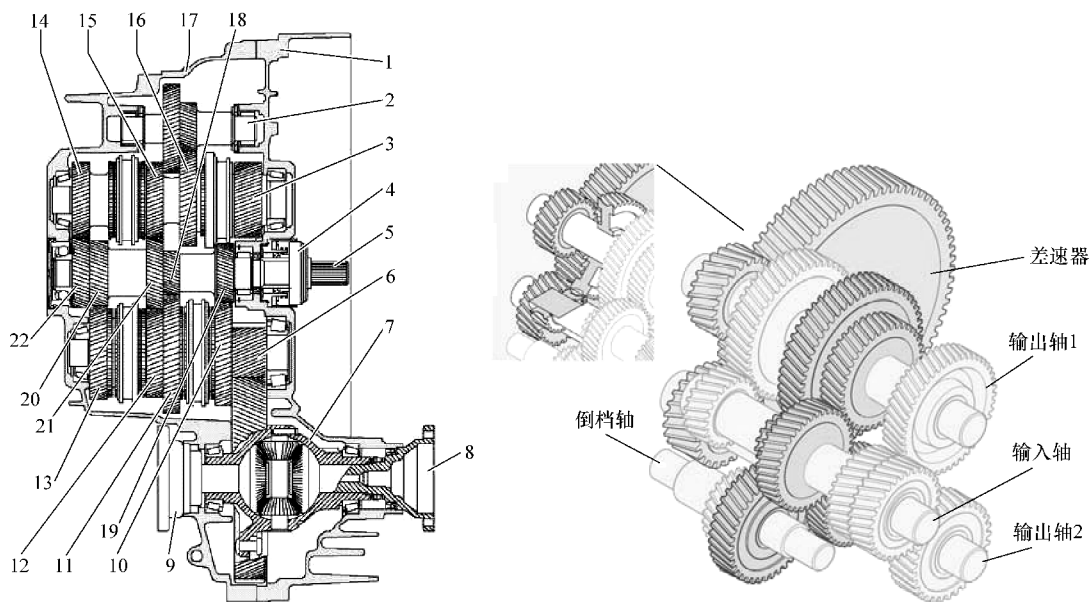


图 3-23 大众奥迪 6 速变速器结构

- 1—离合器壳体 2—倒档轴 3—输出轴 5 档/6 档和倒档 4—带分离轴承的从动缸
5—传动轴 6—输出轴 1 档至 4 档 7—差速器 8—右侧法兰轴 9—左侧法兰轴 10—2 档换挡齿轮
11—1 档换挡齿轮 12—4 档换挡齿轮 13—3 档换挡齿轮 14—5 档换挡齿轮 15—6 档换挡齿轮
16—倒档换挡齿轮 17—变速器壳体 18—传动轴 1 档齿轮 19—传动轴 2 档齿轮
20—传动轴 3 档齿轮 21—传动轴 4 档齿轮 22—传动轴 5 档齿轮

3-482. 大众奥迪 6 档手动变速器动力如何传递?

1) 1 档 动力→传动轴→传动轴 1 档齿轮→输出轴 1 档齿轮 11→输出轴上 1、2 档同步器→输出轴→动力输出, 如图 3-24 所示。

2) 2 档 动力→传动轴→传动轴 2 档齿轮→输出轴 2 档齿轮 10→输出轴上 1、2 档同步器→



输出轴→动力输出，如图 3-25 所示。

3) 3 档 动力→传动轴→传动轴 3 档齿轮→输出轴 3 档齿轮 13→输出轴上 3、4 档同步器→输出轴→动力输出，如图 3-26 所示。

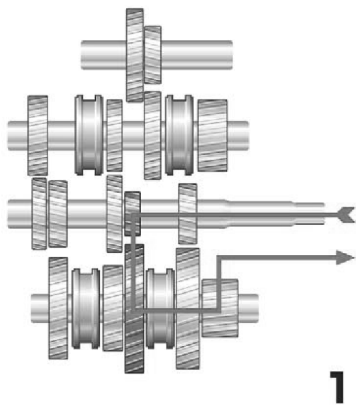


图 3-24 1 档动力传递

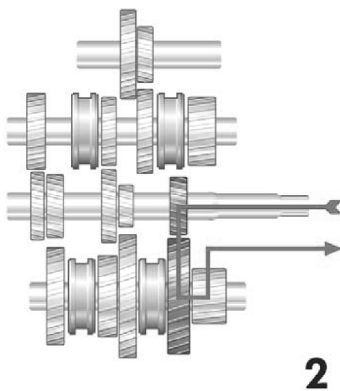


图 3-25 2 档动力传递

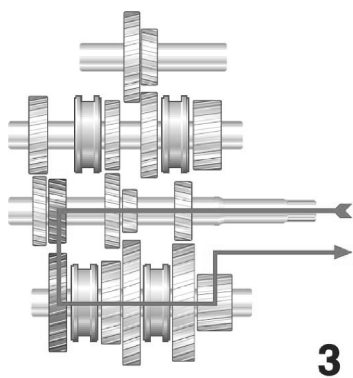


图 3-26 3 档动力传递

4) 4 档 动力→传动轴→传动轴 4 档齿轮→输出轴 4 档齿轮 12→输出轴上 3、4 档同步器→输出轴→动力输出，如图 3-27 所示。

5) 5 档 动力→传动轴→传动轴 5 档齿轮→输出轴 5 档齿轮 14→输出轴上 5、6 档同步器→输出轴→动力输出，如图 3-28 所示。

6) 6 档 动力→传动轴→传动轴 4 档齿轮→输出轴 6 档齿轮 15→输出轴→动力输出，如图 3-29 所示。

7) 倒档 动力→传动轴→传动轴 1 档 18→倒档轴倒档齿轮→输出轴上倒档齿轮 16→输出轴→动力输出，如图 3-30 所示。

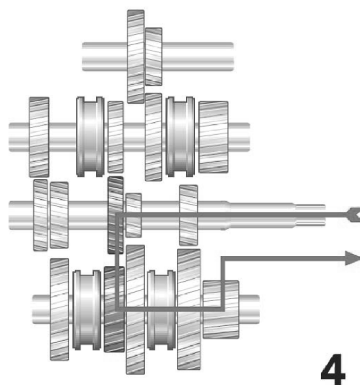


图 3-27 4 档动力传递

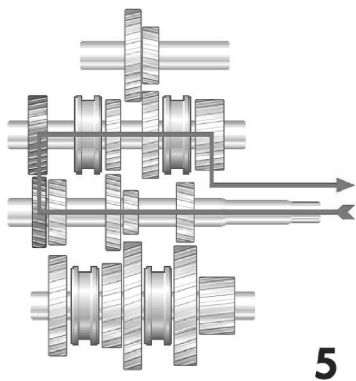


图 3-28 5 档动力传递

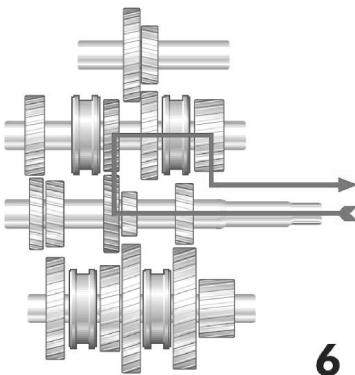


图 3-29 6 档动力传递

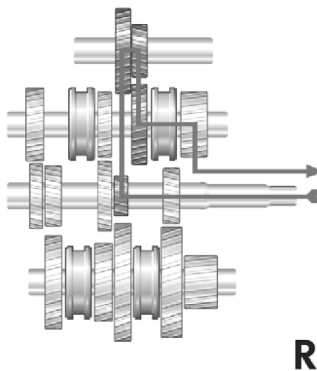


图 3-30 倒档动力传递

3-483. 同步器分为哪几种类型？

同步器有常压式、惯性式和自行增力式等类型。目前应用最广泛的是惯性式同步器。根据惯

锁环式惯性同步器主要由同步器花键毂、接合套、两个锁环（也称同步环）、三个滑块和滑块弹簧等组成。同步器在第一轴上的装配关系如图 3-31 所示。



图 3-31 02X 6 档变速器锁环式三联锥同步器

内部操纵机构组成如图 3-32 所示。内部操纵机构主要由带换档机构盖的换档轴和内部换档模块组成。内部换档模块包括换档拨叉、选档盘和轴承。变速杆通过一系列中间连接杆件操纵变速器的内部操纵机构,以进行选档、换档。

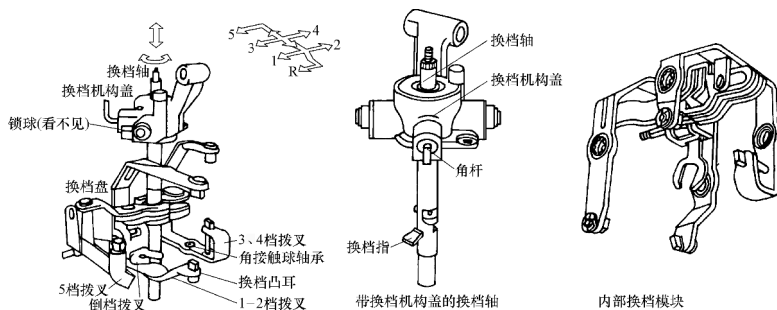


图 3-32 大众汽捷达、宝来变速器内部操纵机构

(1) 互锁装置 可以阻止两个拨叉轴同时移动, 防止同时挂入两个档位, 避免因同时啮合的两档齿轮其传动比不同而互相卡住, 造成运动干涉甚至造成零件损坏如图 3-33 ~ 图 3-35 所示。互锁装置的结构形式很多, 最常用的有锁球式和锁销式。

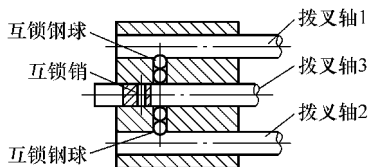


图 3-33 互锁装置

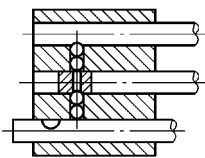


图 3-34 拨叉轴 3 退回空档

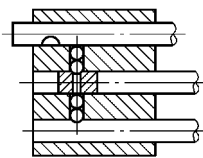


图 3-35 拨叉轴 3 和 2 被锁止在空档



(2) 自锁装置 可以对各档拨叉轴进行轴向定位锁止, 以防止其自动产生轴向移动而造成自动挂档或自动脱档, 并保证各档传动齿轮以全齿长啮合。自锁装置一般由自锁钢球和自锁弹簧组成, 如图 3-36、图 3-37 所示。

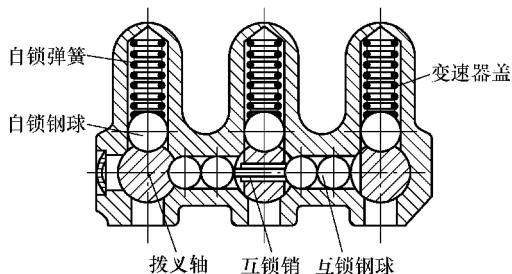


图 3-36 变速器互锁和自锁装置

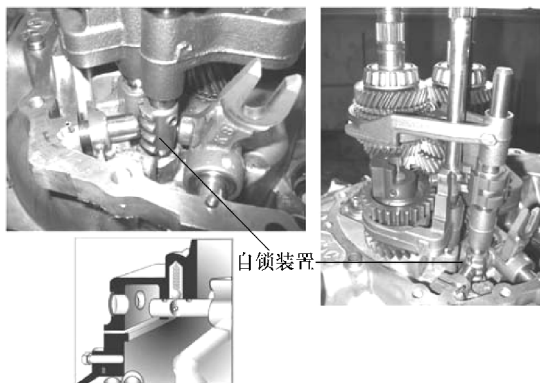


图 3-37 6 档变速器自锁机构

(3) 倒档锁装置 当汽车在前进行驶中, 换档时由于疏忽而误挂入倒档, 将会使轮齿间产生极大的冲击。此外, 若汽车起步时误挂倒档则容易发生事故。为防止误挂倒档, 操纵机构中应设有倒档锁。6 档手动变速器安装在变速杆组件上的导板能够限制变速杆移动, 防止意外地从一档换成倒档。换成倒档时, 一旦变速杆被压下, 就到了倒档位置, 变速杆上的凸头会到达导板下面, 释放倒档限制, 允许换成倒档如图 3-38、图 3-39 所示。

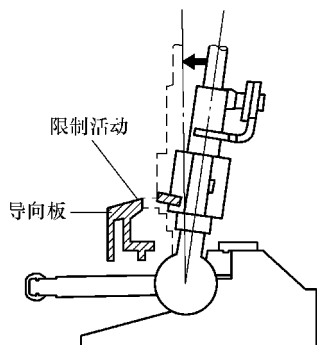


图 3-38 倒档锁定结构 (变速杆没有下压时换挡)

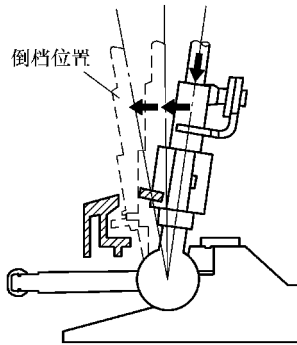


图 3-39 倒档锁定结构 (变速杆压下时换挡)

●3-487. 大众变速器倒档锁装置如何工作?

倒档锁止装置的工作原理如图 3-40 所示。在正常的前进档换档行程内, 变速杆锁止凸轮向上运动, 防止锁止 (是选档壳体一个内部件)。挂倒档时, **驾驶人首先必须克服阻力压下锁止装置中的压力弹簧**, 变速杆通过球形变速杆导管向下运动, 使锁止杆凸轮绕过联锁装置, 挂入倒档。之后弹簧又将变速杆上推到啮合位置, 并使它保持在倒档位置。

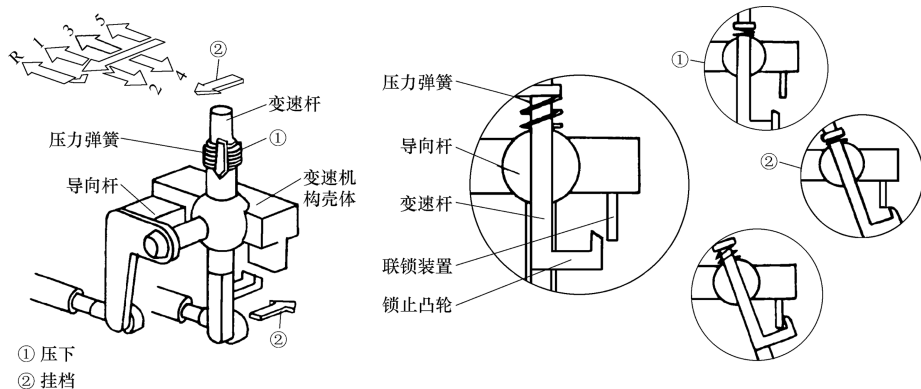


图 3-40 防误挂倒档的锁止装置工作图示

3-488. 大众 5 档变速器换档控制装置的安装位置如何?

大众 5 档变速器换档控制装置的安装位置如图 3-41 所示。

3-489. 大众 5 档变速器变速杆和换档装置壳体结构有何特点?

变速杆和换档装置壳体分解如图 3-42 所示。

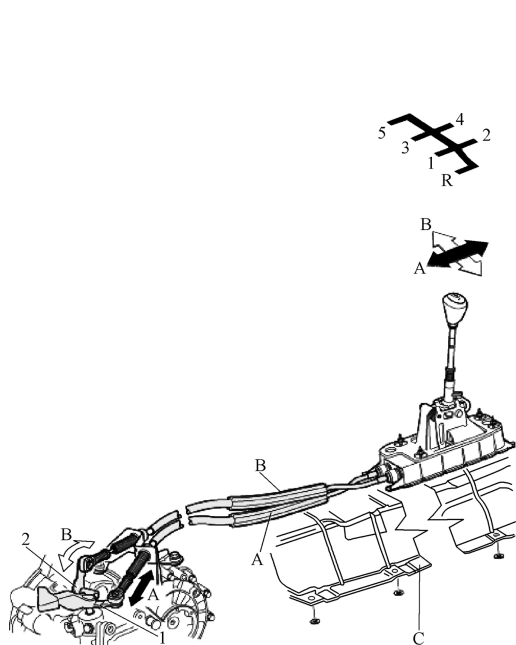


图 3-41 换档控制装置的安装位置

A—用于换档的换档拉索 B—用于选档的选档拉索
C—隔热板
1—变速器变速杆 2—转向杆

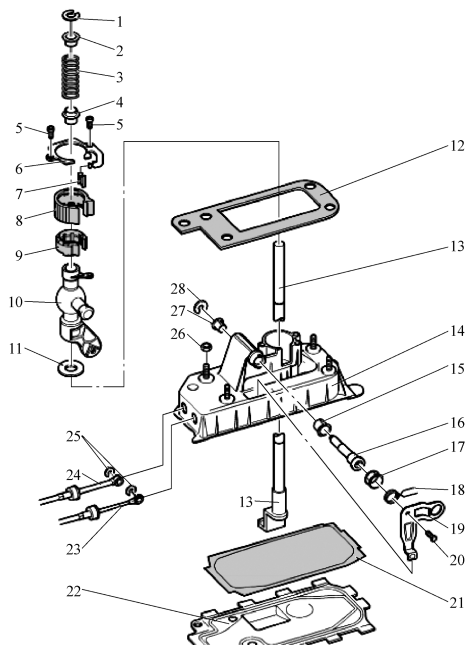


图 3-42 变速杆和换档壳体分解图

1—防松垫片 2、4、15、27—轴套 3、18—压簧
5、20—星形螺栓, 5N·m 6—盖板 7、8—减振器
9—轴瓦 10—变速杆导套 11—减振片 12—密封件
(位于换档装置壳体和下底板之间, 自动粘合, 粘合在换档装置壳体上) 13—变速杆 14—换档装置壳体 16—支承销
17—导向套筒 19—选档角形件 21—密封件 22—底板
23—选档拉索 (安装在选档角形件上) 24—换档拉索
25、28—防松垫片 26—六角螺母 M8, 25N·m;
六角螺母 M6, 8N·m

3-490. 大众 5 档变速器换档拨叉结构有何特点?

换档拨叉的分解如图 3-43 所示。



●3-491. 大众 5 档变速器传动轴结构有何特点？

传动轴的结构分解如图 3-44 所示。

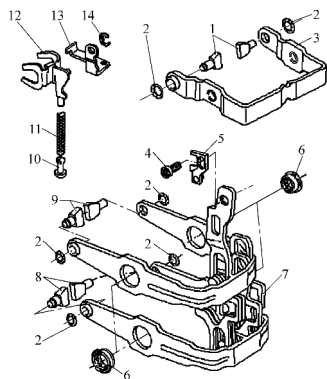


图 3-43 换挡拨叉的分解

- 1—第 5 档换挡块 2—夹紧垫片 3—第 5 档换挡拨叉
4—螺栓, 25N·m 5—第 5 档换挡开口 6—斜角球
轴承 7—换挡拨叉组和换挡滑杆 8—第 1/2 档换挡块
(在装配夹紧垫片后, 换挡块必须还能略微转动)
9—第 3/4 档换挡块 10—滑块 11—弹簧
12—倒档换挡拨叉 13—倒档换挡拨叉支座
14—卡环

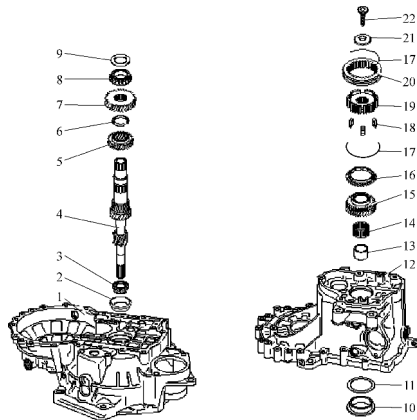


图 3-44 传动轴的结构分解

- 1—离合器壳 2—外圈/圆锥滚子轴承 3—内圈/圆锥
滚子轴承 4—传动轴 5—第 3 档齿轮 6—卡环
7—第 4 档齿轮 (凸肩指向第 3 档)
8—内圈圆锥滚子轴承 (与第 4 档齿轮和轴承一起压下)
9—止推垫片 10—外圈圆锥滚子轴承 11—调整垫片
12—变速器壳 13—轴套 14—滚针轴承
15—第 5 档换挡齿轮 16—第 5 档同步环 (带浇铸的锁块)
17—弹簧 18—锁块 (3 件) 19—第 5 档同步器壳体
20—第 5 档滑动套筒 21—碟形弹簧 22—螺栓 M10, 80N·m

●3-492. 大众 5 档变速器从动轴结构有何特点？

从动轴的结构如图 3-45 所示。

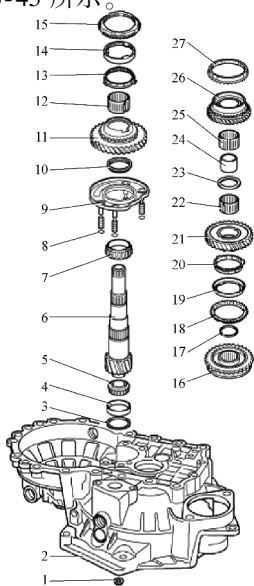


图 3-45 从动轴的结构图

- 1—六角螺母, 25N·m, 继续旋转 90° 2—离合器壳 3—调整垫片 4—外圈/小圆锥滚子轴承
5—内圈/小圆锥滚子轴承 6—从动轴 7—内圈/大圆锥滚子轴承 8—密封环 [将密封环 (4 件)
放到轴承托架的螺栓上] 9—轴承托架 10—止推垫片 (止推垫片的凸肩指向圆锥滚子轴承)
11—第 1 档换挡齿轮 12—滚针轴承 (用于第 1 档) 13—同步环 (第 1 档的内圈) 14—第 1 档的外圈
15—同步环 16—带有第 1 和第 2 档同步器壳体的滑动套筒 17—卡环 18—第 2 档同步环 19—第 2 档
的外圈 20—同步环 (第 2 档的内圈) 21—第 2 档的换挡齿轮 22—滚针轴承 (用于第 2 档)
23、33—止推垫片 24—第 3 档滚针轴承轴套 (与第 2 档换挡齿轮一起压出) 25—滚针轴承 (用于
第 3 档) 26—第 3 档换挡齿轮 27—第 3 档同步环 28—有第 3 和第 4 档同步器壳体的
滑动套筒 29—轴套 (用于滚针轴承, 将滑动套筒与第 3、4 档同步器壳体一起压下)
30—滚针轴承 (用于第 4 档) 31—第 4 档同步环 32—第 4 档换挡齿轮 34—滚针轴承
35—变速器壳 36—轴套 (用于滚针轴承/从动轴) 37—第 5 档齿轮
38—碟形弹簧 39—螺栓 M10, 80N·m



●3-493. 大众 02Q 6 档变速器 5 档/6 档和倒档的输出轴结构有何特点?

大众 02Q 6 档变速器 5 档/6 档和倒档的输出轴分解如图 3-46 所示。

●3-494. 大众奥迪 1 档至 4 档的输出轴结构有何特点?

大众奥迪 1 档至 4 档的输出轴分解如图 3-47 所示。

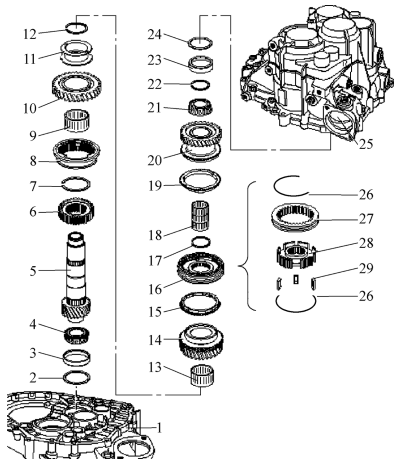


图 3-46 5 档/6 档和倒档的输出轴分解图

- 1—离合器壳体 2—垫圈 (厚度总是 0.65mm)
3—外圈圆锥滚子轴承 4—轴承内圈圆锥滚子轴承
5—输出轴 (用于 5 档/6 档和倒档) 6—倒档同步体
7、12、17、22—卡环 8—倒档的滑动套筒
9—滚针轴承 (用于倒档的换档齿轮) 10—倒档换档齿轮
11—轴套 (安装位置: 更宽的轴套凸肩指向倒档的换档齿轮)
13—滚针轴承 (用于 6 档) 14—6 档的换档齿轮
15—6 档的同步环 16—5 档和 6 档带同步体的滑动套筒
18—滚针轴承 (用于 5 档)
19—5 档的同步环 20—5 档的换档齿轮 21—轴承内圈圆锥滚子轴承
23—外圈圆锥滚子轴承 24—调整垫片
25—变速器壳体 26—弹簧 27—滑动套筒
28—同步体 29—锁块 (3 件)

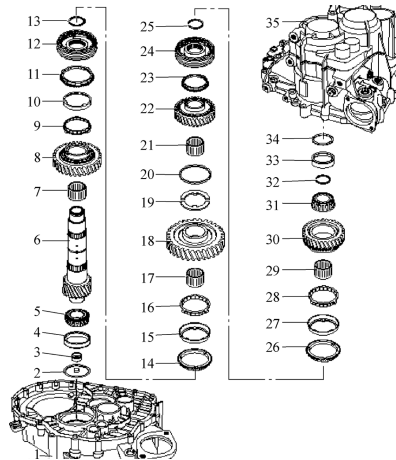


图 3-47 1~4 档输出轴分解图

- 1—离合器壳体 2—机油导流片 3—平板垫圈
4—外圈/圆锥滚子轴承 5—内圈/圆锥滚子轴承
6—输出轴 (用于 1 至 4 档) 7—滚针轴承
8—2 档的换档齿轮 9—同步环 (2 档的内圈)
10—2 档的外圈 11—2 档的同步环 12—1 档和 2 档带同步体的滑动套筒
13、25、32—卡环
14—1 档的同步环 15—1 档的外圈 16—同步环 (1 档的内圈)
17—滚针轴承 (用于 1 档)
18—1 档的换档齿轮 19—止推垫片 (用于 1 档和 4 档, 将止推垫片的凸耳装入输出轴的孔内)
20—同步环 21—滚针轴承 (用于 4 档)
22—4 档的换档齿轮 23—4 档的同步环
24—3 档和 4 档带同步体的滑动套筒 26—3 档的同步环
27—3 档的外圈 28—同步环 (3 档的内圈)
29—滚针轴承 (用于 3 档)
30—3 档的换档齿轮 31—轴承内圈/圆锥滚子轴承
33—外圈/圆锥滚子轴承 34—调整垫片
35—变速器壳体

3-495. 变速器的异常声响如何排除?

- (1) **现象** 发动机怠速运转, 变速器处于空档位置有异响, 踏下离合器踏板时响声消失。
(2) **原因**
1) 变速器与发动机安装时曲轴与变速器第一轴中心线不同心或变速器壳体变形。
2) 第二轴前轴承磨损、污垢、起毛。
3) 变速器常啮合齿轮磨损, 齿侧间隙过大或个别齿轮牙齿破裂。
4) 常啮合齿轮未成对更换, 啮合不良。
5) 轴承松旷、损坏, 齿轮轴向间隙大。
6) 拨叉与接合套间隙过大。

3-496. 挂档后发响故障如何排除?

- (1) **现象** 变速器挂入档位后发响。当汽车以 40km/h 以上车速行驶时, 发出一种不正常声



响,且车速愈高声响越大,而当滑行或低速时响声减小或消失。

(2) **原因** 轴弯曲变形,轴的花键与滑动齿轮毂配合松旷;齿轮啮合不当或轴承松旷;操纵机构各联接处松动,变速叉变形;主、从动锥齿轮配合间隙过大。

(3) **诊断** 变速器产生响声是由齿轮或轴的振动及其他声源开始,然后扩散到变速器壳壁产生共振而形成的,诊断步骤为:

1) 发动机怠速运转,变速器空档有异响。踩下离合器踏板后响声消失,多为常啮合齿轮啮合不良。

2) 变速器各档均有响声,多为基础件、轴、齿轮和花键磨损使几何公差超限。

3) 挂入某档,响声严重,则说明该档齿轮磨损严重。

3-497. 变速器跳档故障如何排除?

(1) **现象** 汽车行驶中,变速杆自动跳回空档位置(一般多在中、高速负荷时突然变化或汽车剧烈振动时发生)。

(2) **原因**

1) 变速器齿轮或齿套磨损过量,沿齿长方向磨成锥形。

2) 变速拨叉轴凹槽及定位球磨损,以及定位弹簧过软或折断,使自锁装置失效。

3) 变速器轴、轴承磨损松旷或轴向间隙过大,使轴转动时齿轮啮合不足而发生跳动和轴向窜动。

4) 操纵机构变形松旷,使齿轮在齿长位置啮合不足。

(3) **诊断**

1) 发现某档跳档时,仍将变速杆挂入该档,然后拆下变速器盖察看齿轮啮合情况,如啮合良好,应检查换档机构。

2) 用手推动变速杆,如无阻力或阻力甚小,说明自锁装置失效,应检查自锁钢球和变速拨叉轴上的凹槽是否磨损过甚,自锁钢球弹簧是否过软、折断,如是则应更换。

3) 如齿轮未完全啮合,应检查拨叉是否磨损或变形,如弯曲应校正。

4) 如换档机构良好,应检查齿轮是否磨成锥形,轴承是否松旷,必要时应拆下修理或更换。

3-498. 挂档困难故障如何排除?

(1) **现象** 挂档时,不能顺利挂入档位,常发生齿轮撞击声。

(2) **原因** 变速拨叉轴弯曲变形;自锁或互锁钢环破裂、毛糙卡滞;变速连接杆调整不当或损坏;同步器耗损或有缺陷;变速器轴弯曲变形或花键损坏。除了变速器故障外,离合器分离不彻底,齿轮油规格不符,也会造成挂档困难。

(3) **诊断**

1) 检查变速拨叉轴是否弯曲变形,自锁和互锁钢球是否损坏,弹簧是否过硬。

2) 检查操纵机构是否变形或卡滞。

3) 如上述检查正常,应检查是否损坏。主要检视同步器是否散架,同步器锥环内锥面螺旋槽是否磨损,滑块是否磨损,弹簧弹力是否过软。

4) 如同步器正常,应检视变速器第一轴是否弯曲,其花键是否耗损。

3-499. 变速器乱档故障如何排除?

(1) **现象** 汽车起步挂档或行驶中换档,所挂档与需要档位不符,或虽然挂入所需档位但不能退回空档,或一次挂入两个档位。



(2) **原因** 变速杆与变速杆拨动端松旷、损坏或变速杆拨动端内孔磨损过大; 变速控制器弹簧压缩量达不到规定的要求; 换挡滑杆互锁销磨损过大, 失去互锁作用。

(3) 诊断

- 1) 如变速杆能任意摆动, 且能打圈, 则为夹箍销钉折断或失落所致。
- 2) 挂档时, 变速杆稍偏离一点位置, 就会挂上不需要的档位, 这是变速杆拨动端工作面磨损过大之故。
- 3) 如同时能挂上两个档位, 这是互锁机构失效所致。



第三节 自动变速器



3-500. 自动变速器是由哪几部分组成的?

自动变速器常见的组成部分有液力变矩器、行星轮变速机构、离合器、制动器、油泵、滤清器、管道和各种控制阀等。按照这些部件的功能, 可将它们分成液力变矩器、齿轮变速系统、换挡执行机构、液压控制系统和电子控制系统五部分。

3-501. 自动变速器是如何工作的?

发动机带动液力变矩器高速转动, 液力变矩器内具有动能的自动变速器油 (ATF) 把动力传给变速器输入轴, 只有当液力变矩器处于锁止状态时, 液力变矩器才成为一个机械的整体。只有装有锁止离合器的变矩器才具有这一功能。

变速器输入轴驱动行星轮机构为汽车提供前进档、空档及倒档。由于动力是通过由多片离合器、单向离合器和制动器控制的行星轮机构传递的, 而当离合器或制动器被油压驱动时, 行星轮机构的不同部件受到约束而形成不同的传动比。在自动变速器的阀体中有许多液压阀, 它们可以控制自动变速器油液的压力和流向。因此, 自动变速器阀体可正确地施加在应被驱动的离合器或制动器上。自动变速器或变速驱动桥根据发动机的转速、负荷以及车速和其他一些工作条件来选择传动比, 如图 3-48 所示。升档和降档都是自动进行的。但是自动变速器也可以用手动方式选择到低速前进档、倒档、空档或停车档。有的自动变速器有 9 个档位可供选择。驾驶人可以通过变速杆选择所希望的档位, 这些档位是 P (停车档)、R (倒档)、N (空档)、D (前进档)、S (动力模式)、2 (手动 2 档)、1 (手动低速档)。自动变速器自动选择传动比从而改变输出转矩, 以便更好地适应汽车不同行驶阻力的需要。

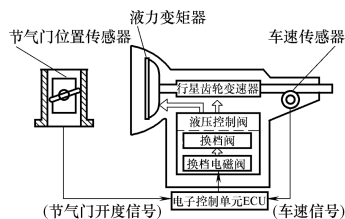


图 3-48 电控自动变速器工作过程

3-502. 自动变速器各档位有何功用?

(1) **P 位** 变速杆位于 P 位时, 自动变速器内部驻车锁止机构将输出轴锁死, 以防止车辆移动。但有些自动变速器驻车锁止机构设置在差速器前部, 故不能防止两只车轮反方向转动, 当在斜坡上停车时特别危险。出于安全性的考虑, P 位不能代替驻车制动使用。只有在汽车停稳后方可挂入 P 位, 否则会损坏变速器内部驻车锁止机构。

(2) **R 位** 变速杆位于 R 位时, 变速器内部处于倒车档状态, 驱动轮反转, 实现倒档行驶。

(3) **N 位** (空档) 变速杆位于 N 位时, 自动变速器的作用是使发动机和车轮传动系统脱离



动力传递。与 P 位不同的是,在发动机停止运转的时候,挂 N 位可以随意推动车辆,而挂 P 位时,车辆不可被推动。P 位起动是经常使用的模式,N 位起动用于行驶中发动机熄火。若行驶中发动机突然停转,可在保证行驶安全的情况下小心将变速杆移至 N 位,然后重新起动发动机,恢复正常运转。

(4) **D (D4 或 O/D) 位** 变速杆位于 D (D4 或 O/D) 位时,用于所有正常行驶状态,自动变速器会在 1 档至最高档间自动变换。变速器在高速档行驶时,发动机转速、油耗和噪声都会减小。

(5) **动力模式 S** 变速杆在 S 位置,给驾驶人提供一个关注性能的换挡程序。如果变速器控制模块 (TCM) 认识到变速杆在 S 位置,换挡特性曲线重新分配给更高的发动机转速以此增加驾驶运动感。S 模式包含以下特点:①如果变速杆在 S 位置,而驾驶时加速踏板的位置不变,在一定的范围内,会发生车辆降档。②加速踏板变化时,为了达到一个更直接的驾驶反应,变矩器锁止离合器尽可能闭合。

注意: 如果 6 档设计为电控档位的总传动比,只有 1 档到 5 档可使用 S 模式。

(6) **3 位** 变速杆位于 3 位时,变速器实际档位只在 1~3 档间变换,用于在城市路况或不良路面上行驶。在交通繁忙的城市或山区行驶时,会使变速器经常在 3、4 档间频繁跳档,使变速器内部磨损加速。这时可将变速杆置于 3 位。

3-503. 液力变矩器由哪几部分组成?

液力变矩器由泵轮、涡轮、导轮及带扭转减振器的锁止离合器组成,如图 3-49 所示。

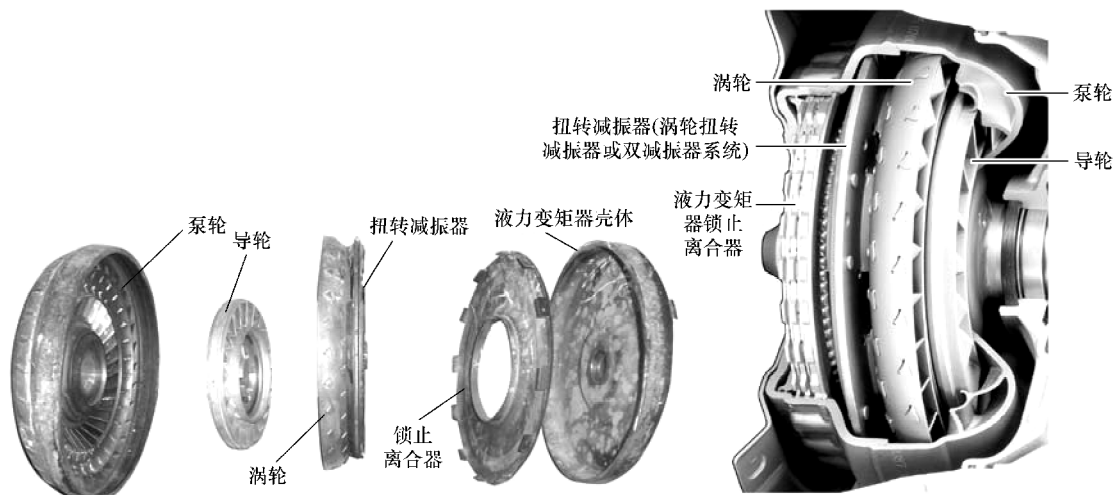


图 3-49 液力变矩器组成

3-504. 液力变矩器有何功用?

- (1) **传递动力** 在不同的工况下将发动机动力以液压或机械的方式传递至变速器。
- (2) **降速增扭** 在涡轮轴转速较低时,可增加发动机的输出转矩,降低变速器输出转速,使车辆易于起步。
- (3) **缓冲振动** 因为液力变矩器是靠液力来传递动力的,所以可减小发动机扭力振动和由车辆传动系统传至发动机的振动。
- (4) **充当自动离合器** 它可以在发动机运转且变速器档位齿轮啮合的情况下,使车辆保持



静止不动。

(5) **驱动变速器油泵** 油泵产生的油压是自动变速器内部液压系统和换挡执行元件工作的动力源, 油泵由液力变矩器驱动。

(6) **充当飞轮** 液力变矩器可以增加发动机飞轮的转动惯量, 起到与飞轮相同的作用, 可以使发动机运转平稳。

3-505. 泵轮有何结构? 有何功用?

泵轮与变矩器壳体连成一体, 变矩器壳体用螺栓固定安装在飞轮上。因为飞轮与曲轴相连, 所以泵轮总是和曲轴一起转动。泵轮内部沿径向装有许多较平直的叶片, 叶片内缘装有让变速器油平滑流过的导环, 其结构如图 3-50 所示。当发动机运转时, 泵轮内的工作液依靠离心力的作用从泵轮外缘向外喷出而进入涡轮。**随着**

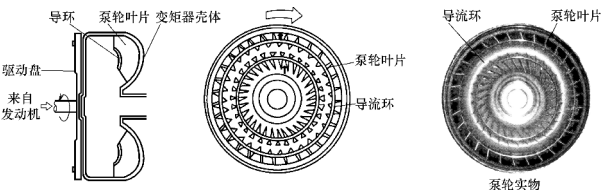


图 3-50 泵轮

发动机转速升高, 工作液所受离心力增大, 从泵轮向外喷射工作液的速度也随之升高。

3-506. 涡轮有何结构? 有何功用?

涡轮安装在液力变矩器壳体内, 与泵轮有 3~4mm 的距离, 其作用是**接受来自泵轮液体的冲击带动变速器输入轴, 将动力输出**。在其壳体内有带有一定曲率的叶片, 辐射状分布, 叶片上有导流环。液体沿叶片与导流环形成的通道, 从外向里流动, 在液体的冲击下而旋转。涡轮中心的花键孔连接变速器的输入轴, 将动力输出, 如图 3-51 所示。

3-507. 导轮有何结构? 有何功用?

导轮位于泵轮与涡轮之间, 通过单向离合器安装于固定在变速器壳体的导轮轴上。导轮叶片**截住离开涡轮的变速器油液**, 改变其方向, 使其冲击泵轮叶片背面, **给泵轮一个额外的助推力**, 从而实现增加转矩的作用, 如图 3-52 所示。

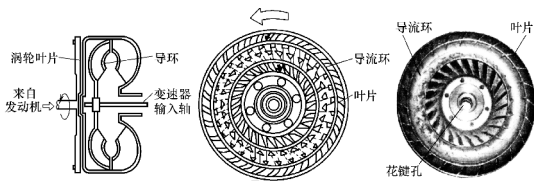


图 3-51 涡轮

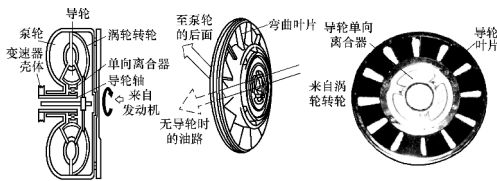


图 3-52 导轮

3-508. 锁止离合器如何工作?

锁止离合器的接合与分离是由电控单元通过锁止电磁阀进行控制的。**当车辆低速行驶时**, 速比较小, 液力变矩器处于变矩工况。此时, 电控单元控制锁止电磁阀断电, ATF 经变速器输入轴中心油道进入锁止活塞前部, 在油压的作用下, 锁止活塞向后移动, 锁止离合器分离, 如图 3-53 所示。

此时动力传递路线为: 发动机→变矩器壳体→泵轮→涡轮→变速器输入轴。

车辆高速行驶时, 速比增大至一定值, 液力变矩器转换为耦合工况。此时, 电控单元控制锁



止电磁阀通电，液压控制系统中流向变矩器的 ATF 改变方向，即 ATF 由导轮轴套上油道流入变矩器内部，锁止活塞前侧的 ATF 经控制阀油道由泄油口排出，故锁止活塞前后侧油压不等，前侧油压低，后侧油压高，锁止活塞在油压差的作用下向前移动，压靠在前盖上，如图 3-54 所示。

此时动力传递路线为：发动机→变矩器壳体→锁止离合器→涡轮→变速器输入轴。

变矩器中的 ATF 不再作为传力介质，因此减小了变矩器的能量损失，提高了液力变矩器的传动效率。锁止电磁阀是脉冲宽度调节（PWM）电磁阀，也叫占空比信号控制电磁阀，当电控单元控制锁止电磁阀接通时，其占空比约为 25%，此时锁止离合器的接合压力较低，锁止离合器和变矩器壳体之间存在一定的打滑现象，目的是使锁止离合器接合更为平顺、柔和。然后电控单元会根据车速和负载信号，控制占空比逐渐增大，直到锁止离合器完全锁止，此时占空比可达到 95% ~ 100%。

锁止离合器分离或接合时的动力传输过程框图如图 3-55 所示。

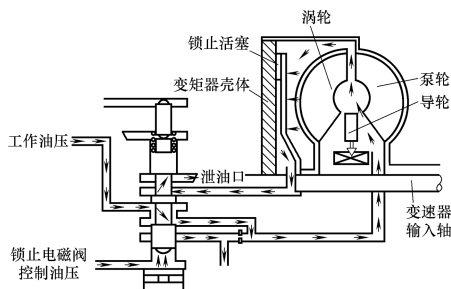


图 3-54 锁止离合器接合状态工作原理图

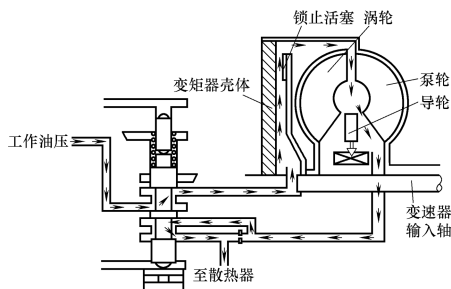


图 3-53 锁止离合器分离状态工作原理图

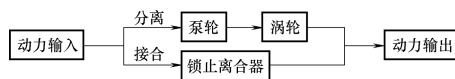


图 3-55 液力变矩器动力传输过程

3-509. 锁止离合器有何锁止条件？

液压控制的 4 档自动变速器要求车速在 60km/h 以上时才允许锁止离合器接合。大众 01V 5 档变速器在 3 档、4 档、5 档接合，新款 09G、09K、09D、09M 在 2 档、3 档、4 档、5 档、6 档锁止。除了档位与车速以外，电控变速器为了达到最佳的控制，除温度要达到工作温度外，只有在制动踏板放开和不在急加速的状态下才可以锁止。

3-510. 单向离合器结构有何特点？

楔块式单向离合器的构造和滚柱斜槽式单向离合器相似，也有外环、内环、滚子（楔块）等，如图 3-56 所示。不同之处在于，它的外环或内环上都没有楔形槽，其滚子不是圆柱形的，而是特殊形状的模块。楔块在 A 方向上的尺寸略大于内外环之间的距离 B，而 C 方向上的尺寸则略小于 B。当外环相

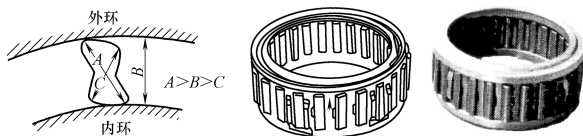


图 3-56 楔块式单向离合器

对于内环朝顺时针方向旋转时，楔块在摩擦力的作用下立起，因自锁作用而被卡死在内外环之



间,使内环和外环无法相对滑转,此时单向离合器处于锁止状态;当外环相对于内环朝逆时针方向旋转时,楔块在摩擦力的作用下倾斜,脱离自锁状态,内外环可以相对滑转,此时单向离合器处于自由状态。

3-511. 液力变矩器是如何工作的?

(1) **增加转矩** 当发动机曲轴带动泵轮旋转时,泵轮带动自动变速器油一起旋转,在离心力的作用下,自动变速器油从泵轮叶片的内侧向外侧流动,把发动机的机械能转化为液体的动能,具有动能的变速器油正向冲击涡轮的叶片,从而把发动机的动力传给变速器的输入轴。同时自动变速器油沿着涡轮叶片由外侧向内侧流动。油液从涡轮反向流出后,反向冲击到导轮叶片,使导轮在单向离合器的作用下,反向锁止。作用在导轮上的反向冲击力又反作用在涡轮的内侧,使涡轮正向的转矩增加,如图 3-57a 所示。

(2) **不增转矩** 随着车速的慢慢升高,涡轮和泵轮的转速逐渐接近,从涡轮流出的液体冲击导轮背面(凸面)时,导轮随泵轮一同旋转,此时导轮不再改变液流方向,不能增加转矩,变矩器进入耦合工况。导轮开始旋转的工作点叫耦合点。耦合工况下泵轮、涡轮和导轮三元件同方向转动,导轮不起作用,如图 3-57b 所示。

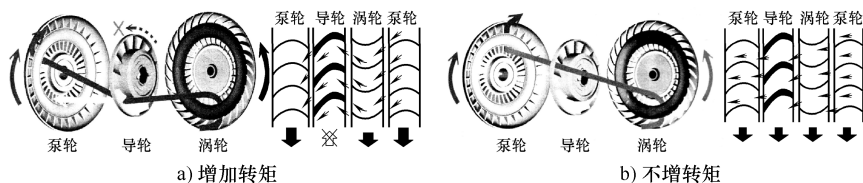


图 3-57 变矩器增矩原理图

3-512. 低速时加速无力的故障原因是什么?

液力变矩器内部导轮单向离合器在低速区域处于锁止状态,这是低速增扭的关键所在,如果单向离合器双向打滑,那么液力变矩器就变成液力耦合器,会出现低速时加速无力的故障。在确认发动机正常后,可通过加速试验和失速试验判断单向离合器是否打滑。

3-513. 高速(闭锁前)行驶加速无力的故障原因是什么?

如果车辆在低速区域加速正常,但在高速区域出现加速无力,那么原因可能是液力变矩器内部导轮单向离合器双向卡死。在确认发动机正常后,可以试车检查,注意区分变矩器锁止离合器(TCC)锁止和不锁止时的加速变化,还可以用诊断工具驱动 TCC 接合。若 TCC 接合后加速恢复正常,则说明原因是内部导轮单向离合器双向卡死。有条件的话还可以切开液力变矩器检查。

3-514. 挂档后发动机熄火的故障原因是什么?

如果变矩器锁止离合器(TCC)不能完全分离或未分离,就会造成这种故障现象。检修时首先要排除发动机故障。自动变速器方面的故障原因可分为两个方面:一个是控制系统有故障,最常见的是 TCC 控制滑阀发卡和电磁阀有故障;另一个是液力变矩器内部有故障,如锁止摩擦片磨光,缓冲弹簧松动等。



3-515. 变矩器锁止离合器 (TCC) 接合时有冲击, 有异响或车辆发抖的故障原因是什么?

本故障的原因是TCC 接合不良。如果 TCC 接合速度过快或摩擦材料脱落, 就会产生冲击甚至异响。如果在锁止过程中有不可控制的打滑情况, 就会造成车辆抖动, 这容易误判为发动机点火系统有故障。TCC 接合需要一定的条件, 一般是要求油温、档位及车速等符合要求。从早期生产的全液控自动变速器到现在生产的新款电控自动变速器, TCC 工作控制经历了液压控制、开关式电磁阀控制及脉宽调制式电磁阀控制 3 个阶段, 因此, 修理时可考虑三个方面: 第一个是控制系统硬件有故障, 如 TCC 控制滑阀发卡和电磁阀有故障; 第二个是控制软件有故障, 可通过改进软件使 TCC 接合得更加平衡, 减小冲击或异响; 第三个是液力变矩器内部有故障。

3-516. 液力变矩器有异响故障原因是什么?

液力变矩器异响可分为两大类: 一类是非金属噪声, 由液流冲击产生, 其特点是声音随着发动机转速或负荷而变化; 另一类是金属声, 由于液力变矩器内部叶片碰撞变形、锁止不良等造成。

3-517. 单排行星轮机构结构有何特点?

由一个太阳轮、一个齿圈、一个行星架和支撑在行星架上的几个行星轮组成, 称为一个行星排。在一个行星排中, 具有共同中心线的太阳轮、齿圈和行星架, 是齿轮变速机构动力传递的三个基本元件, 如图 3-58 所示。

3-518. 辛普森式行星轮结构有何特点?

辛普森式齿轮机构是两组行星轮的前后太阳轮连为一个整体, 前排的齿圈和后排的行星架连为一体或前排的行星架和后排的齿圈连为一体, 如图 3-59 所示。

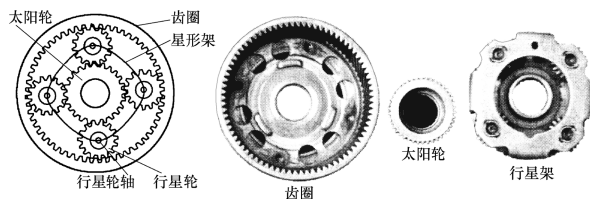


图 3-58 单排行星轮机构

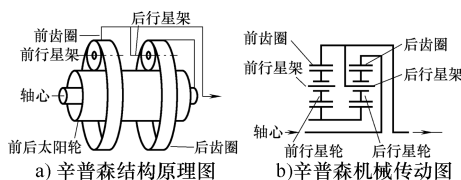


图 3-59 辛普森结构

3-519. 拉维娜式行星轮结构有何特点?

拉维娜式行星轮机构的显著特点是有一长一短两组行星轮, 一大一小两个太阳轮。它们共用一个行星架, 共用一个齿圈, 如图 3-60 所示。

3-520. CR-CR 式行星轮结构有何特点?

CR-CR 式行星轮机构即双向串联式行星轮机构, 它的特点是两个单排行星轮的前行星架和后排的内齿圈是一体的, 前排的内齿圈和后排的行星架也是一体的, 如图 3-61 所示。

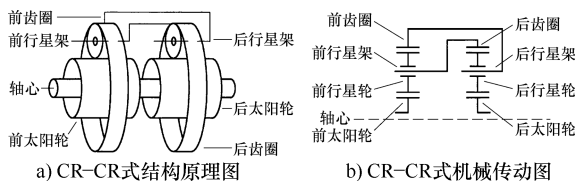


图 3-61 CR-CR 双向串联式行星轮

图 3-62 组合式行星轮机构

变速杆位置	档位	C1	C2	C3	B1	B2	F1
P	驻车档						
R	倒档		○			○	
N	空档						
D	1	○					○
	2	○			○		
	3	○		○			
	4			○	○		
1	1	○				○	

图 3-63 R 位传递路线



3-523. 如何分析大众 01M D1 档传递路线?

大众 01M 自动变速器 1 档时 C1、F1 工作。C1 工作, 主动拉维娜行星轮组的小太阳轮顺时针方向转动, 小太阳轮带动短行星轮逆时针方向转动, 短行星轮又带动长行星轮顺时针方向转动。小太阳轮因而给行星架一个逆时针的力使 F1 单向离合器锁止。因行星架被反向锁止, 小太阳轮顺时针方向转动动力通过短行星轮、长行星轮驱动输出齿圈顺时针转动, 即获得 1 档的传动比, 如图 3-64 所示。

3-524. 如何分析大众 01M D2 档传递路线?

大众 01M 自动变速器 2 档时 K1、B1 工作。在 1 档基础上, C1 工作, 主动拉维娜行星轮组的小太阳轮顺时针方向转动, 顺时针方向转动的太阳轮带动短行星轮逆时针转动, 带动长行星轮顺时针方向转动。B1 工作, 固定拉维娜结构大太阳轮, 长行星轮在小太阳轮驱动的情况下一直在顺时针方向转动, 从而带动行星架绕大太阳轮一起顺时针方向转动, 在一档的基础上使齿圈转速增加, 实现 2 档的速比, 如图 3-65 所示。

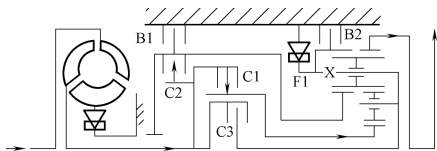


图 3-64 D1 档传递路线

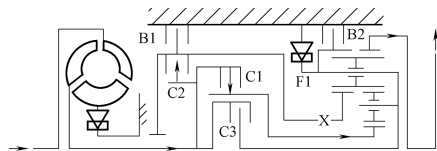


图 3-65 D2 档传递路线

3-525. 如何分析大众 01M D3 档传递路线?

大众 01M 自动变速器 3 档时 C1、C3 工作。C1 工作, 主动拉维娜行星轮组的小太阳轮顺时针方向转动, 顺时针方向转动的太阳轮带动短行星轮逆时针转动, 带动长行星轮顺时针方向转动。C3 工作, 主动拉维娜结构的行星架, 有两个元件同时作为主动件时, 行星轮执行直接传动, 从而实现 3 档的速比, 如图 3-66 所示。

3-526. 如何分析大众 01M D4 档传递路线?

大众 01M 自动变速器 4 档时 C3、B1 工作。C3 工作, 主动拉维娜行星轮组的行星架顺时针方向转动, B1 工作, 固定拉维娜结构大太阳轮, 在单排当中 B1 工作固定大太阳轮时, 行星架被带动, 齿圈会以高出行星架的转速转动, 即增速状态, 从而实现 4 档的速比, 如图 3-67 所示。

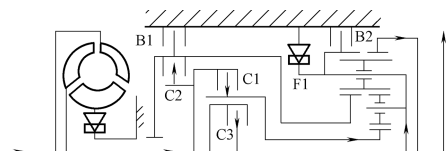


图 3-66 3 档动力传递路线

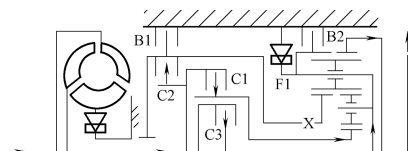


图 3-67 D4 档位动力传递路线

3-527. 如何分析丰田凯美瑞 U241E 自动变速器 R 位动力传递路线?

丰田凯美瑞 U241E 采用的是改进型辛普森, 自动变速器换挡执行元件见表 3-3。



表 3-3 执行工作元件

执行元件		C1	C2	C3	B1	B2	B3	F1	F2
档 位	P/N						●		
	R		●			●	●		
D	1	●					●	●	●
	2	●			●		●		●
	3	●	●				●		●
	4	●	●	●					
2	1	●					●	●	●
	2	●			●		●		●
L	1	●				●	●	●	●

注：●表示工作。

(1) **主行星轮机构** R 位动力传递路线如图 3-68 所示。倒车时，直接离合器 C2 接合，将输入轴和后行星轮机构太阳轮连接在一起。1 档和倒档制动器 B2 接合，固定后行星架前齿圈，则前行星架后齿圈反向减速旋转（输出）。

(2) **U/D 行星轮机构** 动力由前排行星架/后排内齿圈经一对外啮合齿轮后，传递到 U/D 行星轮机构齿圈，故 U/D 行星轮机构齿圈（动力输入端）的旋转方向与主行星轮机构的前行星轮后齿圈（输出端）的旋转方向是相反的。U/D 制动器 B3 接合，固定 U/D 行星轮机构太阳轮，则 U/D 行星架同向减速旋转（与 U/D 行星轮机构齿圈输入端的转速相比）。

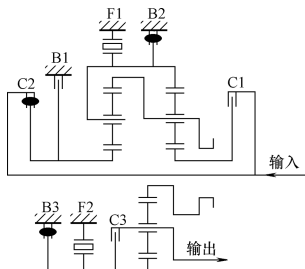


图 3-68 R 位动力传递路线

C1—前进档离合器 C2—直接离合器
C3—U/D 离合器 B1—2 档制动器
B2—1 档和倒档制动器 B3—U/D 制动器
F1—1 号单向离合器 F2—2 号单向离合器

3-528. 如何分析丰田凯美瑞 U241E 自动变速器 D1 档动力传递路线？

(1) **主行星轮机构** D1 档动力传递路线如图 3-69 所示。在 D1 档时，前进档离合器 C1 接合，将输入轴和前行星轮机构太阳轮连接在一起，太阳轮顺时针旋转，前排行星轮逆时针旋转，前行星轮机构行星架是输出端，与车体连接在一起，可视为固定或约束转速，则前排齿圈有逆时针旋转的趋势。1 号单向离合器锁止，防止前齿圈/后行星架逆时针旋转，则前排行星轮带动前排行星架沿齿圈顺时针转动，即前行星架后齿圈同向减速旋转（输出）。

(2) **U/D 行星轮机构** 动力由前排行星架后排齿圈经一对外啮合齿轮后，传递到 U/D 行星轮机构内齿圈，故 U/D 齿圈逆时针旋转，U/D 行星架是输出端，与车体连接在一起，可视为固定或约束转速，则 U/D 行星轮机构太阳轮有顺时针旋转的趋势，单向离合器 F2 锁止，防止 U/D 太阳轮顺时针旋转。U/D 制动器 B3 接合，固定 U/D 行星轮机构太阳轮，则 U/D 行星架与 U/D 齿圈输入端的转速相比作同向减速旋转。

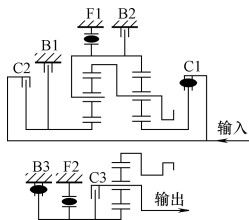


图 3-69 D1 档动力传递路线

3-529. 如何分析丰田凯美瑞 U241E 自动变速器 D2 档动力传递路线？

(1) **主行星轮机构** 2 档动力传递路线如图 3-70 所示。在 1 档时，前排行星架后排齿圈是



动力输出端,与车体相连,作同向(顺时针)减速旋转,后行星架/前齿圈被固定,后行星轮也作顺时针旋转,则后太阳轮逆时针旋转。在2档时,驱动部件与1档相同,只是固定部件不同,即2档制动器B1接合,固定后行星轮机构太阳轮,而后行星轮在作顺时针旋转,则后行星轮带动后行星架/前齿圈沿后太阳轮顺时针转动。再看前行星轮机构,在1档和2档时前排太阳轮的状态相同,只是前齿圈/后行星架的状态不同,在1档时它是固定,在2档时它是顺时针减速旋转,所以在2档时,前行星架/后排齿圈同向减速旋转(输出),但转速比1档时要快。

(2) **U/D 行星轮机构** 同D1档。

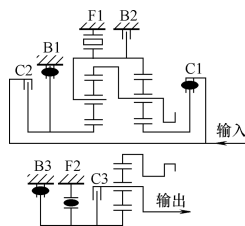


图 3-70 D2 档动力传递路线

● 3-530. 如何分析丰田凯美瑞 U241E 自动变速器 D3 档动力传递路线?

(1) **主行星轮机构** 3档动力传递路线如图3-71所示。在3档时,前进档离合器C1接合,将输入轴和前行星轮机构太阳轮连接在一起。同时,直接离合器C2接合,连接输入轴和后行星轮机构太阳轮,行星轮机构中有两个部件被同时驱动,则整个行星轮机构以一个整体旋转,此时为直接传动,传动比为1。

(2) **U/D 行星轮机构** 同D1档,是减速传动,故3档时总的传动比大于1。

● 3-531. 如何分析丰田凯美瑞 U241E 自动变速器 D4 档动力传递路线?

(1) **主行星轮机构** 同3档,是直接传动。

(2) **U/D 行星轮机构** 4档动力传递路线如图3-72所示。U/D离合器C3接合,连接U/D太阳轮和U/D行星架,U/D行星轮机构也连接为一体,传动比是1。在4档时,主行星轮机构和U/D行星轮机构都是直接传动,传动比是1。再结合主行星轮机构和U/D行星轮机构的中间传动齿轮,总的传动比仍大于1,为1.020,还是减速传动。

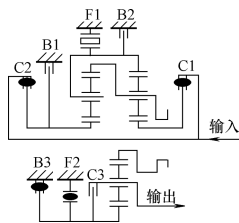


图 3-71 D3 档动力传递路线

● 3-532. 离合器有何作用? 结构有何特点?

(1) **作用** 离合器的作用是连接或分离,即将行星轮变速器的输入轴和行星排的某个基本元件连接或分离,或将行星排的某两个基本元件连接在一起或分离开,使之成为一个整体或彼此独立。它是自动变速器中最重要的换档执行元件之一。

(2) **结构** 离合器是一种多片湿式离合器,它由回位弹簧、弹簧座、一组钢片、一组摩擦片、调整垫片、离合器活塞、离合器毂及几个密封圈组成,如图3-73所示。

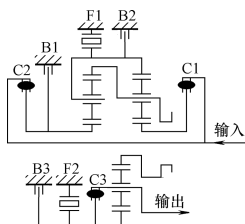


图 3-72 D4 档动力传递路线

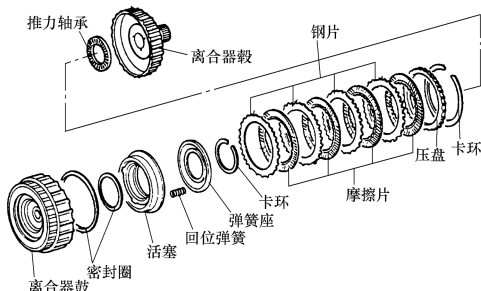


图 3-73 离合器的结构



3-533. 离合器是如何工作的?

当压力油经油道进入活塞左面的油缸时，液压作用力克服回位弹簧的弹力使活塞右移，将所有离合器片压紧，即离合器接合，与离合器主、从动部分相连的输入轴及行星机构元件也被连接在一起，以相同的速度旋转。动力经输入轴、离合器钢片、离合器摩擦片传给齿圈，如图 3-74 所示。

当作用在离合器油缸上的油压力撤除时，离合器活塞在回位弹簧的作用下回复原位，并将缸内的变速器油从进油孔排出。离合器分离，离合器主、从动部分可以不同转速旋转。离合器处于分离状态时，离合器片之间有一定的轴向间隙，以保证钢片和摩擦片之间无轴向压力。

离合器处于分离状态时，活塞左端的油缸内不可避免地会残留有少量变速器油。当离合器鼓随同变速器输入轴或行星排某一元件一起旋转时，残留的变速器油在离心力的作用下被甩向油缸的外侧，并在该处产生一定的油压。若离合器鼓的转速较高，该油压将推动活塞压向离合器片，力图使离合器接合，从而导致钢片和摩擦片间出现不正常滑磨，影响离合器片的使用寿命。为了防止出现这种情况，在离合器活塞或离合器鼓右端的壁面上设有一个由钢球组成的单向阀。如图 3-75 所示，当压力油进入油缸内时，钢球在油压的作用下压紧在阀座上，单向阀处于关闭状态，保证了油缸的密封。当油缸内的压力油通过油路排出时，缸体内的液压力下降，单向阀的钢球在离心力作用下离开阀座，阀处于开启状态，残留在缸内的液压油因离心力的作用从安全阀的阀孔中排出，使离合器得以彻底分离。

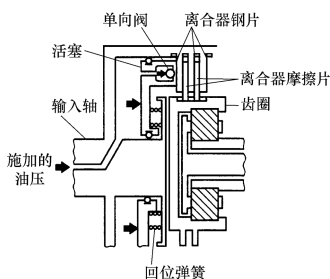


图 3-74 离合器接合状态

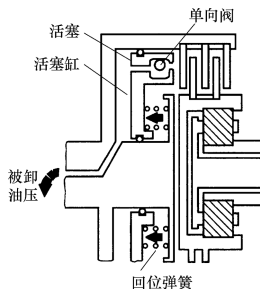


图 3-75 离合器分离状态

3-534. 片式制动器有何作用? 结构有何特点?

(1) **作用** 制动器的作用是固定行星轮机构中的某一基本元件，阻止其旋转。制动器一般分为湿式多片制动器和带式制动器。

(2) **结构** 制动器的组件主要包括制动器毂、制动器盘、摩擦片、制动器毂、活塞、回位弹簧和弹簧座等，如图 3-76 所示。

3-535. 片式制动器是如何工作的?

当活塞受到控制油压的作用时，活塞在油缸内运动，使摩擦片与制动器盘相互接触，结果在每个摩擦片与制动器盘间产生很大的摩擦力，使行星架锁定在变速器壳体上；**当控制油压降低时**，由于回位弹簧的作用，活塞回至原位，使制动解除，如图 3-77 所示。

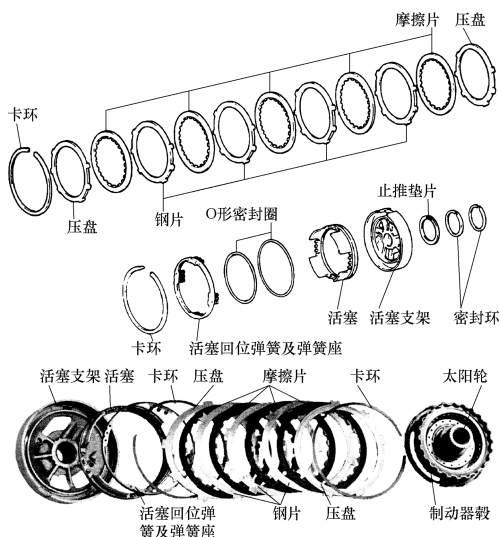


图 3-76 片式制动器结构图

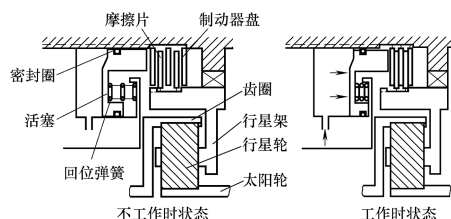


图 3-77 片式制动器工作图

3-536. 无级变速器是如何变速的？

图 3-78 是奥迪 0AW8 速无级变速器。无级变速器（带式或链式）的速比连续变化，能够不间断地输出动力，没有像有级变速器在档位切换时的冲击振动。它主要是由两个锥形轮和 V 形钢带组成如图 3-79 所示。它采用传动带和工作直径可变的主、从动轮相配合传递动力，可以实现传动比的连续改变。该装置包括两个对置的锥轮和一条环绕在两个轮上的 V 形钢带。变速装置的动力通过中间轴传送到变速器内的差速器上，其中一边锥形轮受液压控制。主从锥形轮 V 形凹槽可变宽或变窄，将钢带升高或降低。从而改变钢带与主从动锥形轮接触的直径，相当于手动变速器切换不同直径的主从动齿轮。

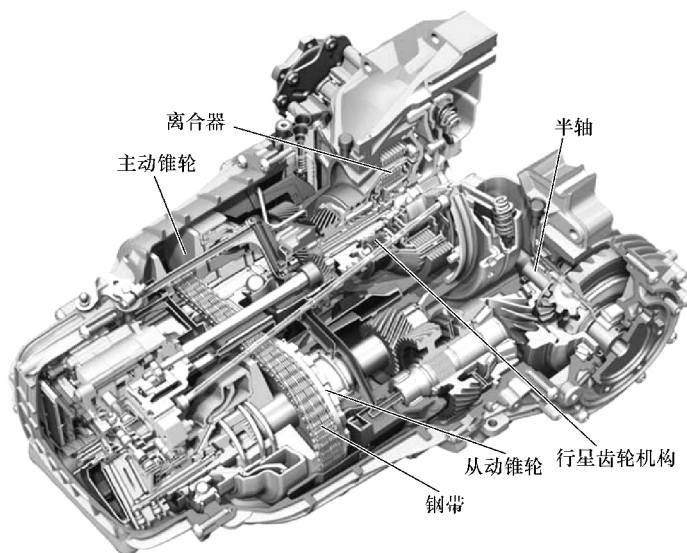


图 3-78 0AW 8 速无级变速器



当车速慢时,主动锥形直径小于从动锥形轮的圆周半径,即小圆带大圆,此时传递大的转矩,当车速逐渐高时,主动锥形轮的一边轮盘向内靠拢,凹槽宽度变窄迫使钢带升起,直至升到最高。而从动锥形齿轮一连轮盘与其相反,向外移动拉大凹槽变宽迫使钢带降下,主动锥形轮的圆周半径大于从动锥形轮的圆周半径,变成大圆带小圆,这样才能保证汽车高速行驶如图 3-80 所示。

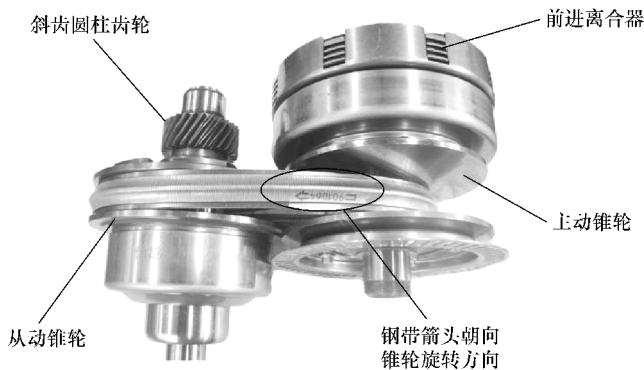


图 3-79 钢带与锥轮的装配

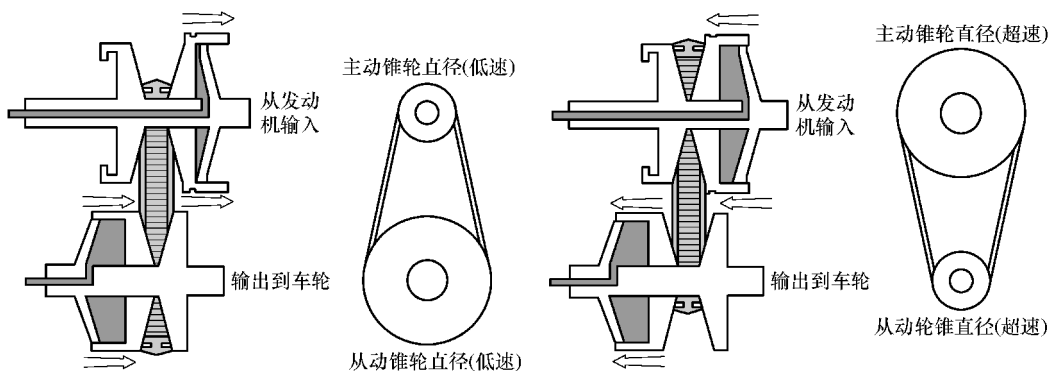


图 3-80 无级变速器原理

3-537. 汽车不能行驶故障如何排除?

- (1) **故障现象** 变速杆在任何档位汽车均不能行驶。
- (2) **故障原因**
 - 1) 自动变速器泄漏而使油过少或漏光, 从而导致自动变速器不能传递动力。
 - 2) 自动变速器油泵损坏或进油滤网堵塞, 导致油压过低不能传递动力。
 - 3) 自动变速器变速杆与手控阀之间的连杆或拉索松脱, 导致变速杆置于倒档和前进档时, 手控阀仍然位于空档、停车档或两档之间。
 - 4) 液压控制系统的主油路堵塞, 导致自动变速器不能传递动力。
 - 5) 自动变速器液力变矩器损坏而不能传递动力。
 - 6) 自动变速器行星轮机构损坏而不能传递动力。



(3) 故障诊断与排除

1) 检查自动变速器油面高度, 如果油面过低, 应检查自动变速器泄漏的部位 (油底壳、油管和壳体)。

2) 检查变速杆与手控阀摇臂之间是否松脱, 若松脱应予检修。

3) 检查自动变速器主油路油压, 方法是汽车用举升器举起, 起动发动机, 将变速杆置于倒档或前进档, 慢慢旋下主油路测压孔的螺塞, 看测压孔是否有自动变速器油流出。

4) 如果测压孔无自动变速器油流出或油量很小 (油压过低), 应打开自动变速器油底壳, 检查油泵滤网是否堵塞。若油泵滤网正常, 则需检修自动变速器油泵及相关油路。

5) 如果测压孔有大量油喷出, 说明自动变速器不能传递动力不是主油路无油压造成的, 此时应拆检自动变速器行星轮变速系统和液力变矩器。

3-538. 自动变速器打滑故障如何排除?

(1) 故障现象

1) 汽车在起步时, 发动机转速上升很快但车速上升缓慢, 严重时起步困难。

2) 汽车在加速时, 车速不能随发动机转速的提高而提高。

3) 汽车在上坡时, 汽车行驶无力, 但发动机转速很高。

(2) 故障原因

1) 自动变速器油面过低而造成主油路油压过低, 导致离合器和制动器打滑。

2) 自动变速器油泵损坏或进油滤网堵塞, 造成油压过低。

3) 主调压阀失效或阀芯卡滞, 造成油压过低。

4) 自动变速器油泵磨损严重使油压过低, 引起打滑。

5) 油路泄漏, 造成油压过低。

6) 离合器和制动器摩擦片磨损严重。

7) 离合器和制动器活塞密封圈损坏而漏油, 导致油压过低。

8) 单向离合器磨损严重而打滑。

(3) 故障诊断与排除

1) 检查自动变速器油面, 如果油面过低, 按规定量添加规定牌号的自动变速器油。

2) 进行道路试验, 根据打滑的规律判断故障部位。下面以大众 01M 型自动变速器为例分析故障原因。

① 若自动变速器在前进档和倒档时均有打滑现象, 则为主油路油压过低。

② 若自动变速器在 D 位 1 档、D 位 2 档和 D 位 3 档均有打滑现象, 而 D 位 4 档正常, 则为离合器 K1 打滑。

③ 若自动变速器在 D 位 1 档有打滑现象, 而 D 位 2 档正常, 则为单向离合器 F 打滑。

④ 若自动变速器在 D 位 2 档有打滑现象, 而 D 位 1 档正常, 则为制动器 B2 打滑。

⑤ 若自动变速器在 D 位 2 档和 D 位 4 档均有打滑现象, 则为制动器 B2 打滑。

⑥ 若自动变速器在倒档有打滑现象, 而在 1 位有发动机制动, 则为离合器 K2 打滑或倒档控制油压过低。

⑦ 若自动变速器在 1 位无发动机制动, 而 D 位 1 档行驶正常, 则为制动器 B1 打滑。

3) 检查自动变速器油压。

① 如果油压正常, 应对打滑的换档执行元件进行检修。



②如果油压过低,则应检修油泵滤网。

3-539. 自动变速器换档时有较大的冲击故障如何排除?

(1) 故障现象

- 1) 变速杆从停车档或空档挂入前进档或倒档时,汽车有明显的振动。
- 2) 汽车在行驶中,自动变速器升档的瞬间,汽车有明显的冲击。

(2) 故障原因

- 1) 发动机怠速过高而引起换档冲击。
- 2) 节气门拉索调整不当导致换档冲击。
- 3) 节气门位置传感器调整不当或工作不良导致换档冲击。
- 4) 主调压阀阀芯卡滞而使油压过高,导致换档冲击。
- 5) 油压电磁阀或其电路不良而使换档瞬间油压过高,导致换档冲击。
- 6) 单向阀损坏或漏装而导致换档执行元件接合过快。
- 7) 换档执行元件打滑。
- 8) 升档过迟而引起换档冲击。
- 9) 换档平顺阀工作不良而引起换档冲击。
- 10) 车速传感器或其电路工作不良导致换档冲击。
- 11) 自动变速器电控单元有故障。

(3) 故障诊断与排除

1) 检查发动机的怠速。发动机怠速转速一般为 800 ~ 1000r/min,如果怠速过高,应将其调整至规定怠速。

- 2) 检查节气门拉索的位置,如果不当应调整。
- 3) 进行故障自诊断,读取故障码。如果有故障码,按故障码进行检修。
- 4) 进行道路试验,检查自动变速器是否有打滑现象。如果有打滑现象,应进行检修。
- 5) 检查发动机怠速时的主油路油压,如果油压过高,应对主调压阀进行检修。
- 6) 检查换档时的主油路油压。正常情况下,在换档时主油路的油压会有瞬间的下降。

如果在换档的瞬间主油路油压下降,可能是换档执行元件的间隙太小、单向阀损坏或漏装而引起换档冲击;如果换档瞬间主油路油压没有下降,则应进行以下检查。

① 检查油压电磁阀的线束有无松脱。

② 检查油压电磁阀能否正常工作。

③ 检查在换档时,电控单元是否向油压电磁阀输出信号。如果换档时电控单元无信号输出,则应更换电控单元后再试。

④ 拆检自动变速器,检查换档执行元件的间隙、单向阀和减振器的工作情况。

3-540. 自动变速器升档过迟故障如何解决?

(1) **故障现象** 汽车行驶中,自动变速器升档时的车速和发动机转速明显高于正常值,需采用提前升档的操作方法(松开加速踏板)才能使自动变速器升入高档。

(2) 故障原因

- 1) 节气门拉索调整不当。



- 2) 节气门位置传感器或其电路有故障。
- 3) 车速传感器或其电路有故障。
- 4) 自动变速器电控单元有故障。

(3) 故障诊断与排除

- 1) 检查节气门拉索和节气门位置是否调整不当, 如果不当, 予以调整。
- 2) 进行故障自诊断, 读取故障码。如果有故障码输出, 则按所显示的故障码进行检修。
- 3) 如果无故障码输出, 或当故障码所显示的故障排除后故障现象仍未消除, 则应进行如下检查。

- ① 检查节气门位置传感器及其电路的工作情况。
- ② 检查车速传感器及其电路的工作情况。
- ③ 如果以上元件均良好, 则更换电控单元再试。

3-541. 自动变速器不能升档故障如何排除?

(1) **故障现象** 汽车行驶中, 自动变速器始终在 1 档, 不能升入 2 档, 或虽能升入 2 档, 但不能升入 3 档和超速档。

(2) 故障原因

- 1) 节气门拉索调整不当。
- 2) 节气门位置传感器或其电路有故障。
- 3) 车速传感器或其电路有故障。
- 4) 换档执行元件 (离合器和制动器) 打滑。
- 5) 换档阀卡滞。
- 6) 电磁阀有故障。
- 7) 多功能开关或其电路有故障。
- 8) 自动变速器电控单元有故障。

(3) 故障诊断与排除

- 1) 检查节气门拉索和节气门位置是否调整不当, 如果不当, 予以调整。
- 2) 进行故障自诊断, 读取故障码。如果有故障码输出, 则按所显示的故障码检修。
- 3) 如果无故障码输出, 或当故障码所显示的故障排除后故障现象仍未消除, 则应进行如下检查。

- ① 检查节气门位置传感器及其电路的工作情况。
- ② 检查车速传感器及其电路的工作情况。
- ③ 检查多功能开关及其电路的工作情况。
- ④ 进行道路试验, 检查换档执行元件是否打滑。如果打滑则应拆检自动变速器, 检查换档执行元件摩擦片是否磨损严重和有无泄漏。
- ⑤ 拆检自动变速器, 检查电磁阀和清洗滑阀箱。
- ⑥ 如果以上元件均良好, 则更换电控单元再试。



3-542. 自动变速器无前进档故障如何排除？

(1) **故障现象** 变速杆置于 D、2 和 L 位均不能起步，置于 R 位则正常。

(2) **故障原因**

- 1) 前进档离合器打滑。
- 2) 前进档控制油路严重泄漏。
- 3) 自动变速器变速杆位置调整不当。

(3) **故障诊断与排除**

- 1) 检查变速杆位置是否正常，如果不正常，予以调整。
- 2) 检查自动变速器前进档控制油路的油压。

① 如果自动变速器油压过低，说明前进档控制油路有泄漏，应拆检自动变速器，检查前进档控制油路中的密封元件（密封垫和离合器活塞密封圈）。

② 如果油压正常，说明前进档离合器摩擦片严重磨损而打滑。

3-543. 自动变速器频繁跳档故障如何排除？

(1) **故障现象** 汽车在行驶中，加速踏板保持不动，但经常会出现突然降档的现象。

(2) **故障原因**

- 1) 节气门位置传感器工作不良或其电路接触不良。
- 2) 车速传感器工作不良或其电路接触不良。
- 3) 换档电磁阀工作不良或其电路接触不良。
- 4) 自动变速器电控单元有故障。

(3) **故障诊断与排除**

1) 进行故障自诊断，读取故障码。如果有故障码输出，则按所显示的故障码进行检修。

2) 如果无故障码输出，或当故障码所显示的故障排除后故障现象仍未消除，则应进行如下检查。

① 检查节气门位置传感器、节气门位置传感器与发动机电控单元之间的电路，以及发动机电控单元与自动变速器电控单元之间电路的工作情况；如果有异常，予以修理或更换。

② 检查车速传感器、车速传感器与自动变速器电控单元之间电路的工作情况，如果有异常，予以修理或更换。

③ 检查换档电磁阀、换档电磁阀与自动变速器电控单元之间电路的工作情况，如果有异常，予以修理或更换。

3) 如果故障未排除，更换自动变速器电控单元再试。

3-544. 自动变速器不能强制降档故障如何排除？

(1) **故障现象** 汽车在高速行驶时，突然将加速踏板踩到底，自动变速器不能立即降低一个档位，导致汽车加速无力。

(2) **故障原因**

- 1) 节气门拉索调整不当。
- 2) 节气门位置传感器工作不良或调整不当。
- 3) 强制降档开关工作不良或调整不当。



4) 强制降档电磁阀损坏或其电路不良。

5) 强制降档控制阀阀芯卡滞。

(3) 故障诊断与排除

1) 检查节气门拉索和节气门位置传感器的安装位置是否不当, 如果不当应予以调整。

2) 进行故障自诊断操作, 读取故障码。如果有故障码输出, 则按所显示的故障码进行检修; 如果无故障码输出, 或故障码所显示的故障排除后故障现象仍未消除, 则应进行如下检查。

① 检查强制降档开关。在加速踏板踩到底时, 强制降档开关触点应闭合; 放松加速踏板, 强制降档开关应断开。

② 如果在加速踏板踩到底时强制降档开关触点不能闭合, 而用手直接按下强制降档开关其触点能闭合, 则说明强制降档开关安装位置不当, 应予以调整。

③ 如果在加速踏板踩到底时强制降档开关触点不能闭合, 而用手直接按下强制降档开关其触点仍不能闭合, 则说明强制降档开关工作不良, 应予以更换。

④ 检查强制降档电磁阀。检查电磁阀线圈电阻和电路连接情况, 如果有异常, 应检修线束和更换电磁阀。

⑤ 拆检自动变速器, 检查和清洗强制降档控制阀。

3-545. 自动变速器有异响故障如何排除?

(1) **故障现象** 自动变速器在停车档、空档、前进档和倒档均有异响。

(2) 故障原因

1) 自动变速器油面过低。

2) 自动变速器油泵磨损严重。

3) 液力变矩器锁止离合器损坏。

4) 液力变矩器单向离合器损坏。

5) 自动变速器行星轮机构损坏。

6) 自动变速器换档执行元件磨损严重或损坏(制动器、离合器)。

7) 自动变速器轴承磨损严重或损坏(推力轴承、支撑轴承)。

(3) 故障诊断与排除

1) 检查自动变速器油面高度。如果油面过低, 应将自动变速器油面调整至正常高度。

2) 用举升器将汽车举起, 起动发动机, 分别在空档、前进档和倒档时检查自动变速器的异响情况。

① 如果在任何档位下, 自动变速器前部始终有异响, 则可能是油泵或液力变矩器发出异响, 应拆检油泵和液力变矩器。

② 如果自动变速器在前进档和倒档均有异响, 挂入空档异响消失, 则说明是行星轮机构发出异响, 应拆检自动变速器检修行星轮机构。

③ 如果自动变速器只在某一档有异响, 则说明是换档执行元件发出异响, 应拆检自动变速器检修换档执行元件。



第四节 汽车传动系统



●3-546. 万向传动装置有何功用？

万向传动装置的功用是在轴线相交且相互位置经常变化的两转轴之间传递动力。图 3-81 所示为变速器与驱动桥之间万向传动装置的示意图。汽车上普遍采用刚性万向节，刚性万向节又可分为不等速万向节（常用的为十字轴式）、准等速万向节（三销式、双联式等）和等速万向节（球叉式、球笼式等）。

●3-547. 十字轴万向节结构有何特点？

十字轴式刚性万向节的构造如图 3-82 所示。它主要由万向节叉 2 和 6、十字轴 4 及轴组成。

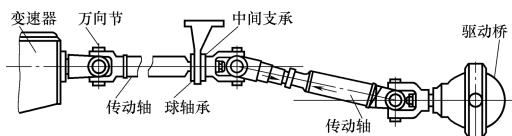


图 3-81 变速器与驱动桥之间的万向节传动装置

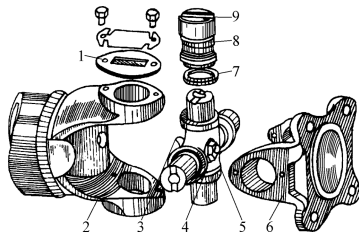


图 3-82 十字轴式刚性万向节

1—轴承盖 2、6—万向节叉 3—油嘴

4—十字轴 5—安全阀 7—油封

8—滚针 9—套筒

3-548. VL 型球笼式等速万向节结构有何特点？

VL 型球笼式万向节又称为伸缩型等速万向节，如图 3-83 所示。由于星形套与筒形壳之间的轴向相对移动是通过钢球沿内外滚道滚动来实现的，与滑动花键相比，因其滑动阻力小，故最适用于断开式驱动桥。上海桑塔纳轿车转向驱动桥所用即为 VL 型球笼式万向节。

VL 型球笼式万向节的特点是内外滚道可作轴向移动，从而可以使前轮跳动时轴向长度得到补偿，由于内外滚道是通过钢球传递转矩的，因此，在内、外滚道轴向移动时为滚动摩擦，阻力较小。其允许最大摆角为 22° ，轴向伸缩量可达 45mm。

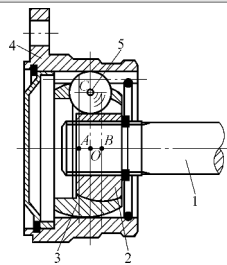


图 3-83 VL 型球笼式万向节

1—主动轴 2—星形套（内滚道）

3—保持架（球笼） 4—筒形壳（外滚道） 5—钢球

3-549. 三叉式等速万向节结构有何特点？

图 3-84 所示为三叉式等速万向节，也称三脚式万向节。它主要由三销总成、万向节套组成。三销总成的花键孔与传动轴内花键配合，3 个销轴上均装有轴承，以减小磨损。万向节套的凸缘用螺栓连接，为防止润滑脂外露，万向节由防护罩封护，并用卡箍紧固。

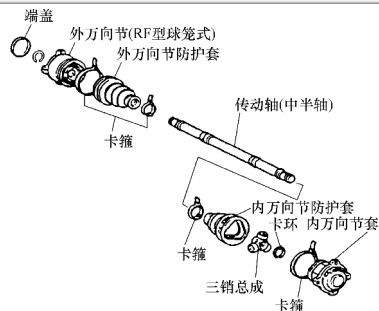


图 3-84 三叉式等速万向节



3-550. 如何装配等角速万向节?

- 1) 将钢球压入球笼, 如图 3-85 所示。
- 2) 将钢球、保持架及球毂垂直压入壳体, 如图 3-86 所示, 使壳体宽边 α 与球毂窄边对齐。

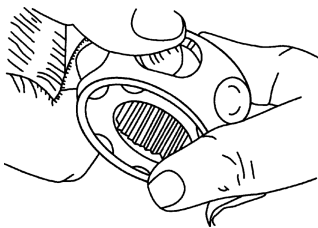


图 3-85 将钢球压入球笼

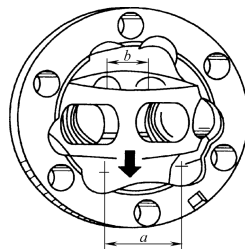


图 3-86 安装球笼架和保持架

- 3) 改变球毂方向, 如图 3-87 中箭头所示方向使球毂能从保持架拿出来, 由此使钢球与壳体轨道有足够的间隙。

- 4) 用力压下保持架, 使装有钢球的球毂及钢球完全转入保持架内, 如图 3-88 所示。

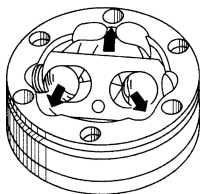


图 3-87 将保持架转出

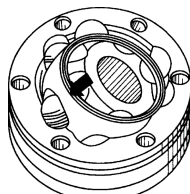


图 3-88 将球毂转入保持架

- 5) 将万向节压入传动轴, 如图 3-89 所示。将万向节压至档圈, 再插入开口弹性挡圈。
- 6) 弹性挡圈和碟形垫圈的安装位置如图 3-90 所示。

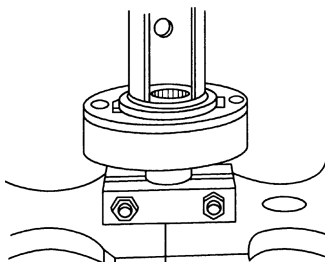


图 3-89 压入内等角速万向节

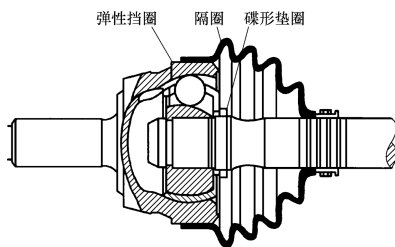


图 3-90 弹簧挡圈和碟形垫圈的安装位置

3-551. 驱动桥是由哪几部分组成, 有何功用?

(1) **组成** 一般汽车的驱动桥如图 3-91 所示, 由主减速器、差速器、半轴、桥壳和轮毂等组成。

(2) **功用** 将万向节传动装置传来的发动机转矩传给驱动轮, 并以降速增大转矩、改变动力传递方向, 使汽车行驶, 而且允许左右驱动轮以不同的转速旋转。

3-552. 主减速器有何功用?

主减速器的功用是将输入的转矩增大并相应降低转速, 以及当发动机纵置时还具有可变转矩

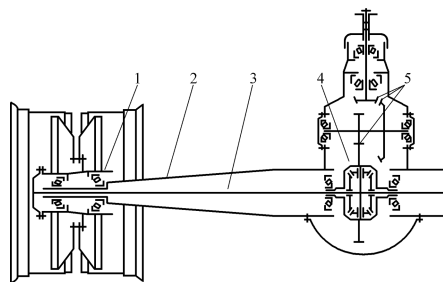


图 3-91 整体式驱动桥示意图

- 1—轮毂 2—桥壳 3—半轴
4—差速器 5—主减速器



旋转方向的作用。按参加减速传动的齿轮副数目分,有单级式主减速器和双级式主减速器。

3-553. 差速器有何功用? 有几种类型?

(1) **功用** 差速器的功用是在汽车行驶过程中使左右两侧的驱动轮相对于地面滚动而不是滑动。

(2) **类型** 无论是轮间差速器还是轴间差速器,按其工作特性均可分为普通轮式差速器和防滑差速器两大类。防滑差速器常见的形式有强制锁止式齿轮差速器、高摩擦自锁式差速器以及自由轮式差速器等。

3-554. 差速器是由哪几部分组成的?

差速器是由差速壳体、行星轮轴、2个行星轮、2个半轴齿轮和复合式止推垫片等组成,如图3-92所示。差速器壳9为一整体框架结构。行星轮轴5装入差速器壳后用止动销6定位。半轴齿轮2背面也制成球面,其背面的止推垫片与行星轮背面的止推垫片制成一个整体,称为复合式止推垫片。螺纹套3用来紧固半轴齿轮。

3-555. 托森差速器结构有何特点?

托森差速器的结构如图3-93所示。托森差速器由差速器外壳、蜗轮、蜗轮轴、空心轴、前轴蜗杆和后轴蜗杆等组成。空心轴和差速器外壳通过花键相连而一同转动。

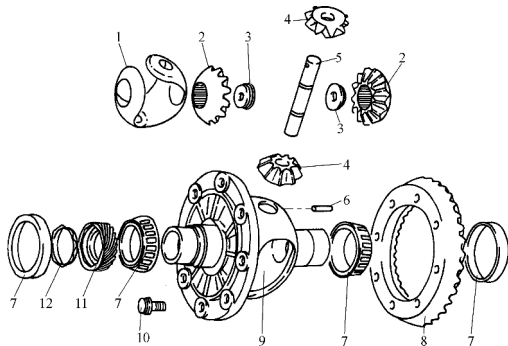


图3-92 对称式锥齿轮差速器零件分解图

1—复合式止推垫片 2—半轴齿轮 3—螺纹套
4—行星轮 5—行星轮轴 6—止动销 7—圆锥滚子轴承 8—主减速器从动锥齿轮 9—差速器壳 10—螺栓 11—车速表齿轮 12—车速表齿轮锁紧套筒

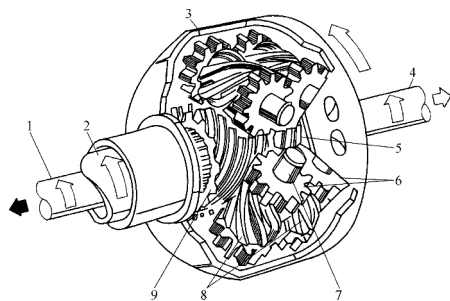


图3-93 托森差速器的结构

1—差速器齿轮轴 2—空心轴 3—差速器外壳
4—驱动轴凸缘盘 5—后轴蜗杆 6—直齿圆柱齿轮 7—蜗轮轴 8—蜗轮 9—前轴蜗杆

3-556. 半轴有何功用? 半轴有几种支承形式?

半轴的功用是将差速器传来的动力传给驱动轮。因为传递转矩较大,故半轴常制成实心轴。半轴与驱动轮的轮毂在桥壳上的支承形式,决定了半轴的受力状况。全浮式半轴支承和半浮式半轴支承是现代汽车采用的两种基本形式。

3-557. 全浮式半轴支承结构有何特点?

全浮式半轴支承广泛应用于各型货车上,如图3-94所示。半轴外端锻出凸缘,借螺柱和轮毂连接。轮毂通过两个相距较远的圆锥滚子轴承支承在半轴套管上。半轴套与空心梁配成一体,组成驱动桥壳。用这样的支承形式,半轴与桥壳没有直接联系。半轴的内端用花键与差速器的半轴齿轮连接。半轴齿轮的毂部支承于差速器壳两侧轴颈的孔内,而差速器又以其两侧轴颈借助轴承直接支承在桥壳上。



3-558. 半浮式半轴支承结构有何特点?

高级轿车采用半浮式半轴支承形式的驱动桥,如图 3-95 所示。半轴外端的锥形锥面上切有纵向键槽,最外端有螺纹。半轴内端的支承方法与全浮式半轴支承相同,半轴内端不受力及弯矩。轮毂上有相应的锥形孔与半轴配合,用键连接,并用螺母拧紧。半轴用轴承直接支承在桥壳凸缘内。此时,作用在车轮上的各反力都必须经过半轴传给驱动桥壳。由于这种支承形式只能使半轴内端免受弯矩,而外端却承受全部弯矩,因此称为半浮式。

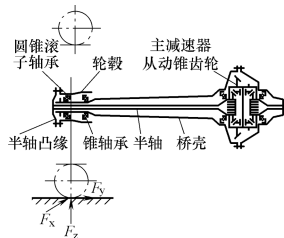


图 3-94 全浮式半轴支承

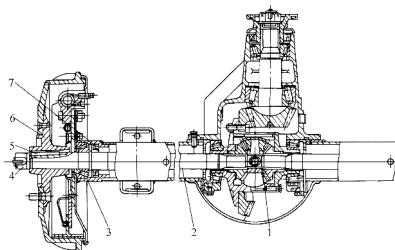


图 3-95 半浮式半轴支承形式的驱动桥

1—止推块 2—半轴 3—圆锥滚子轴承
4—锁紧螺母 5—键 6—轮毂 7—桥壳凸缘

3-559. 桥壳有何功用? 有几种类型?

驱动桥壳既是传动系统的组成部分,同时也是行驶系统的组成部分,其用来安装并保护主减速器、差速器和半轴以及用来安装悬架或轮毂,与从动桥一起支承汽车悬架以上各部分质量,承受驱动轮传来的反力和力矩,并在驱动轮和悬架之间传力。驱动桥壳可分为整体式桥壳和分段式桥壳两种类型。

3-560. 如何调整减速器主、从动锥齿轮啮合印痕?

1) 在从动锥齿轮的齿上均匀地涂抹一层红丹粉,如图 3-96 所示。

2) 正反两个方向转动减速器齿轮,然后检查两个齿轮的啮合印痕(部位),如图 3-97 所示。

3) 按照图 3-98 所示,通过左右移动差速器轴承两端调整垫片(左右移动从动锥齿轮)和稍微增减主动轴调整垫片(前后移动主动锥齿轮),使齿轮印痕出现在齿面中间部位,并且保持啮合间隙符合要求。

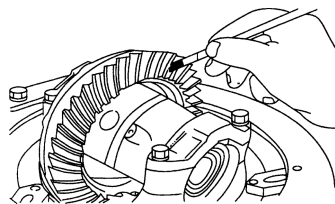


图 3-96 在从动锥齿轮上涂红丹粉

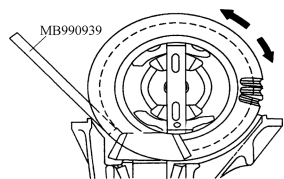


图 3-97 转动减速器齿轮

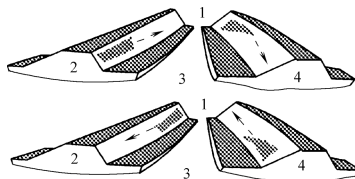


图 3-98 啮合印痕调整示意图

3-561. 驱动桥漏油故障原因是什么?

(1) **现象** 齿轮润滑油从后桥减速器和半轴油封或其他衬垫处向外渗漏。

(2) **原因**

- 1) 壳盖各部螺孔、螺纹多次拆装,螺纹间隙增大,润滑油从螺纹处渗油。
- 2) 长期使用,尘土、油污、泥水粘附,使通气孔堵塞,空气流通不畅。



- 3) 油封座老化变质、磨损松旷或装配不当。
- 4) 衬垫损坏或紧固螺栓松动, 导致接合面不严密。
- 5) 油封配合的轴颈磨损或表面有沟槽。
- 6) 润滑油加注过多, 运转中壳体内压增高, 润滑油渗出。
- 7) 放油螺栓松动或壳体有裂缝。

3-562. 驱动桥发响故障原因是什么?

(1) 现象

- 1) 行驶时驱动桥有异响, 脱档滑行时异响减弱或消失。
- 2) 行驶时驱动桥有异响, 脱档滑行时亦有异响。
- 3) 汽车直线行驶时无异响, 当汽车转弯时驱动桥处有异响。
- 4) 汽车上坡或下坡时后桥有异响, 或上、下坡时驱动桥都有异响。
- 5) 车轮有运转噪声或沉重的异响。

(2) 原因

1) 圆锥和圆柱主从动齿轮、行星轮、半轴齿轮啮合间隙过大; 半轴齿轮花键槽与半轴的配合松旷; 主、从动锥齿轮啮合不良; 圆锥和圆柱主从动齿轮啮合间隙不均; 齿轮齿面损伤或轮齿折断。

2) 主动锥齿轮轴承松旷; 主动圆柱齿轮轴承松旷; 差速器圆锥滚子轴承松旷; 后桥中某个轴承由于预紧力过大, 导致间隙过小; 主、从动锥齿轮调整不当, 间隙过小。

3) 差速器行星轮半轴齿轮不匹配, 使其啮合不良; 行星轮、半轴齿轮磨损或折断; 差速器十字轴轴颈磨损; 行星轮支承垫圈磨薄; 行星轮与差速器十字轴卡滞或装配不当 (如行星轮支承垫圈过厚), 使行星轮转动困难; 减速器从动齿轮与差速器壳的紧固铆钉松动。

4) 驱动桥某一部位的齿轮啮合间隙过小, 导致汽车上坡时发响; 后桥某一部位的齿轮啮合间隙过大, 导致汽车下坡时发响; 后桥某一部位的齿轮啮合印痕不当或齿轮轴支承轴承松旷, 导致汽车上、下坡时都发响。

5) 车轮轮毂轴承损坏, 轴承外圈松动; 制动鼓内有异物; 车轮轮辋破碎; 车轮轮辋轮胎螺栓孔磨损过大, 使轮辋固定不牢。

3-563. 驱动桥发热故障如何诊断?

(1) **现象** 汽车行驶一定里程后, 用手触摸后桥, 非常烫手。

(2) 原因

- 1) 驱动桥主、从动齿轮啮合间隙过小。
- 2) 驱动桥轴承装配过紧。
- 3) 润滑油变质、量少或型号规格不符。



第五节 车架与车桥



3-564. 车架有何类型?

汽车上装用的车架按其结构形式不同可分为边梁式车架和无梁式车架。

3-565. 车桥有何功用? 如何分类?

车桥是用来安装和支承车轮的部件, 并通过悬架与车架 (或承载式车身) 连接。车架所受



的载荷通过悬架和车桥传给车轮，而车轮上的滚动阻力、驱动力、制动力和侧向力及其弯矩、转矩又通过车桥传递给悬架和车架。车桥的作用是传递车架与车轮之间各方向的作用力及其所产生的弯矩和转矩。

根据悬架结构的不同，车桥分为整体式和断开式两种。根据车桥的功用，车桥又可分为转向桥、驱动桥、转向驱动桥和支持桥四种，其中转向桥和支持桥都属于从动桥。

3-566. 转向桥的功用及由哪几部分组成？

汽车的转向桥能使安装在两端的车轮偏转一定的角度，以实现汽车转向的目的；同时也承受车架与车轮之间的作用力及其所产生的弯矩和转矩。

各种类型汽车的转向桥结构基本相同，主要由前轴、转向节、主销和轮毂等四部分组成，如图 3-99 所示。

3-567. 主销有何作用？结构有何特点？

主销的作用是铰接前轴与转向节，使转向节绕着主销摆动，以实现车轮的转向。主销的中部切有凹槽，安装时用楔形锁销与凹槽配合，将主销固定在前轴的拳形孔中。主销与转向节上的销孔是间隙配合。

常见的主销结构形式有四种，如图 3-100 所示。

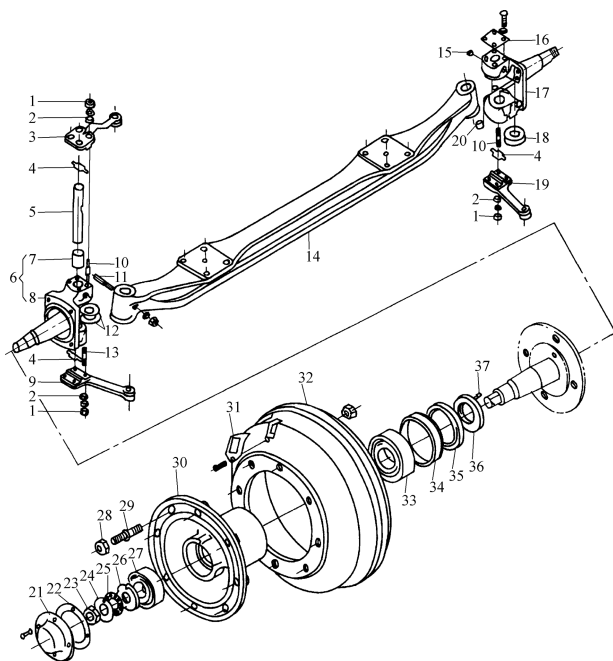


图 3-99 转向桥分解图

- 1—紧固螺母 2—锥套 3—左转向节上臂 4—密封垫 5—主销 6—左转向节总成 7—衬套 8—左转向节
9—左转向节臂 10、13—双头螺柱 11—楔形锁销 12—调整垫片 14—前轴 15—油嘴 16—右转向节上盖
17—右转向节 18—推力轴承 19—右转向节臂 20—限位螺栓 21—轮毂端盖 22—衬垫 23—锁紧螺母
24—止动垫圈 25—锁紧垫圈 26—调整螺母 27—前轮毂外轴承 28—螺母 29—螺栓 30—车轮轮毂
31—检查孔螺塞 32—制动鼓 33—前轮毂内轴承 34—轮毂油封外围 35—轮毂油封总成
36—轮毂油封内圈 37—定位销

3-568. 何谓主销后倾？

安装在前轴上的主销，其上端略向后倾斜，叫做主销后倾。在汽车纵向铅垂面内，主销轴线



与铅垂线之间的夹角 γ ，叫做主销后倾角，如图 3-101 所示。一般取 $\gamma < 3^\circ$ ，有些轿车和客车的轮胎气压较低，后倾角可以减小，甚至减到负值，即主销前倾。

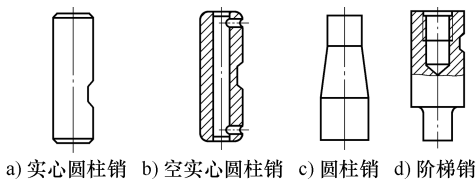


图 3-100 主销形式

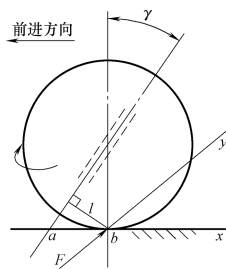


图 3-101 主销后倾示意图

3-569. 何谓主销内倾？

主销安装到前轴上后，其上端略向内倾斜，称为主销内倾。在汽车横向铅垂面内，主销轴线与铅垂线之间的夹角 β 叫主销内倾角，如图 3-102 所示。

主销内倾的作用是使车轮转向后能自动回正，且转向操纵轻便。

3-570. 何谓车轮外倾？

车轮旋转平面上方略向外倾斜，称为车轮外倾。车轮旋转平面与汽车纵向铅垂面之间的夹角称为车轮外倾角 α ，如图 3-102a 所示。

车轮外倾的作用是为了提高车轮行驶的安全性和转向操纵轻便性。

3-571. 何谓前轮前束？

汽车两个前轮的旋转平面不平行，前端略向内收，这种现象叫做前轮前束。两轮前端距离 B ，后端距离 A ，其差值即为前束值，如图 3-103 所示。前端小、后端大，像内八字样的称前束，而后端小、前端大，像外八字的称为后束或负前束。

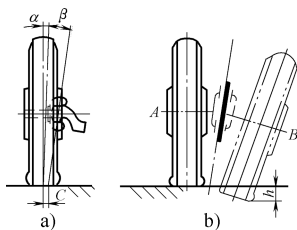


图 3-102 主销内倾

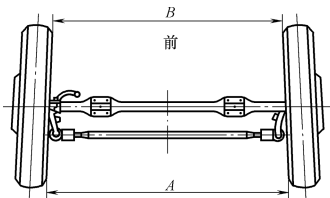


图 3-103 前轮前束

3-572. 何谓后轮外倾角？

像前轮外倾角一样，后轮外倾角也对轮胎磨损和操纵性有影响。理想状态是 4 个车轮的运动外倾角均为零，这样轮胎和路面接触良好，从而得到最佳的牵引性能和操纵性能。

车轮外倾角不是静态不变的，它随悬架的上下移动而变化。车辆加载后悬架下沉就会引起车轮外倾角的改变。

3-573. 何谓后轮前束？

如同前轮前束一样，后轮前束也是后轮定位的一个重要项目。如果前束不当，后轮轮胎也会被擦伤，另外还会引起转向不稳定及制动效能降低等不良后果（对于防抱死制动系统，切记此点）。像后轮外倾角一样，后轮前束也不是一个静态量。悬架摇动和反弹时，它都会变化。滚动



阻力和发动机转矩对它也有影响。

对于前轮驱动的车辆，前驱动轮宜前束，后从动轮宜负前束；后轮驱动的车辆则相反，前轮宜负前束。独立悬架的后驱动轮应尽可能为前束。

3-574. 速腾前轮前束如何调整？

- 1) 松开防松螺母 3，同时固定住转向横拉杆头 2，如图 3-104 所示。
- 2) 从橡胶防尘套上拔下弹簧卡圈 1。
- 3) 转动转向横拉杆，调节前束。
- 4) 用插入工具 SW24-VAG 1332/11 拧紧防松螺母，同时固定住转向横拉杆头，如图 3-105 所示。
- 5) 再次检测前束值。

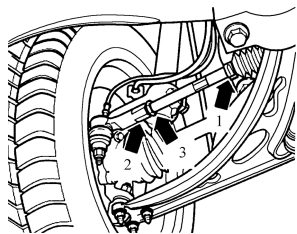


图 3-104 松开防松螺母

1—弹簧卡圈 2—转向横拉杆头
3—螺母

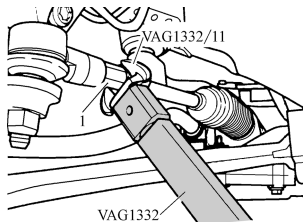


图 3-105 固定转向横拉杆

3-575. 速腾后车轮前束如何调整？

后车轮前束位置如图 3-106 所示。

- 1) 松开螺栓 1，如图 3-107 所示。
- 2) 调解偏心螺栓 2，如图 3-108 所示。

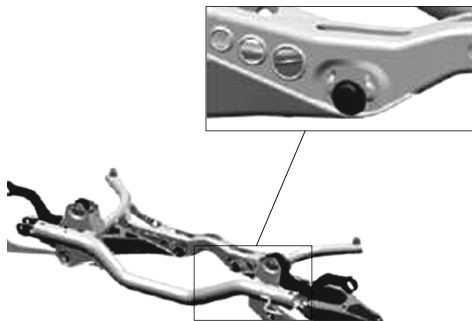


图 3-106 前束调整位置

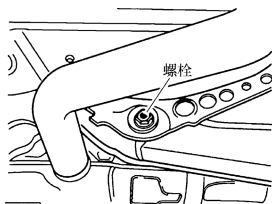


图 3-107 松开螺栓

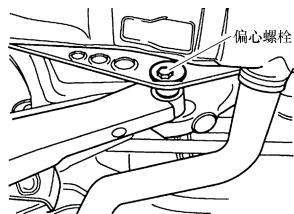


图 3-108 调解偏心螺栓

3-576. 汽车转向沉重故障如何排除？

(1) 故障现象

- 1) 汽车转弯时，转动转向盘感到沉重费力。
- 2) 无回正感。

(2) **故障原因** 除了转向器等故障外，转向桥部分的故障原因有：

- 1) 转向节臂变形。



- 2) 转向节推力轴承缺油或损坏。
- 3) 转向节主销与衬套间隙过小或缺油。
- 4) 前轴或车架变形引起前轮定位失准。
- 5) 轮胎气压不足。

(3) **故障诊断与排除** 由于导致转向沉重的故障因素很多, 诊断时应首先判明故障所在部位, 然后再进一步确定在哪一个部件。

诊断时先支起前桥, 用手转动转向盘, 若感到转向很容易, 这说明故障部位在前桥与车轮。因为支起前桥后, 转向时已不存在车轮与路面的摩擦阻力, 而只是取决于转向器等工作状况。此时应仔细检查前轮轮胎气压是否过低, 前轴有无变形; 同时也要考虑检查前钢板弹簧是否良好, 车架有无变形。必要时, 检查车轮定位角度是否正确。

3-577. 汽车低速摆头故障如何排除?

(1) **故障现象** 汽车低速直线行驶时前轮摇摆, 感到方向不稳。转弯时大幅度转动转向盘, 才能控制汽车的行驶方向。

(2) **故障原因** 除转向系统故障外, 还有:

- 1) 转向节臂装置松动。
- 2) 转向节主销与衬套磨损松旷, 配合间隙增大。
- 3) 轮毂轴承间隙过大。
- 4) 前束过大。
- 5) 轮毂螺栓松动或数量不全。

(3) **故障诊断与排除** 前轮低速摆头和转向盘自由行程大, 一般是各部分间隙过大或有连接松动现象, 诊断时应采用分段区分的方法进行检查。可支起前桥, 并用手沿转向节轴轴向推拉前轮, 凭感觉判断是否松旷。若松旷, 说明转向节主销与衬套的配合间隙过大或前轴主销孔与主销配合间隙过大。若此处不松旷, 说明前轮毂轴承松旷, 应重新调整轴承的预紧度。**若非上述原因, 应检查前轮定位是否正确, 检查前轴是否变形。**如果前轮轮胎异常磨损, 则应检查前束是否正确。

3-578. 汽车高速摆振故障如何排除?

(1) **故障现象** 高速摆振有两种情况: 一种是随着车速的提高, 摆振逐渐增大; 一种是在某一较高车速范围内出现摆振, 出现行驶不稳, 甚至还会造成转向盘抖动。

(2) **故障原因** 高速摆振可能由以下原因引起:

- 1) 轮毂轴承松旷, 使车轮歪斜, 在运行时摇摆。
- 2) 轮盘不正或制动鼓磨损过度失圆, 歪斜失正。
- 3) 使用翻新轮胎。
- 4) 转向节主销或推力轴承磨损松旷。
- 5) 横、直拉杆弯曲。
- 6) 前轮定位值调整不当。前束失调, 两前轮主销后倾角或内倾角不一致等, 造成汽车向前行驶时, 前轮摇摆晃动。
- 7) 轮胎钢圈偏摆, 前轮轮胎螺栓数量不等引起车轮动不平衡。
- 8) 转向节弯曲。
- 9) 前钢板弹簧刚度不一致。

(3) **故障诊断与排除**

- 1) 在进行高速摆振故障的诊断时, 应先检查前桥、转向器以及转向传动机构连接是否松



动,悬架弹簧是否固定可靠。

2) 支起驱动桥,用楔块固定非驱动轮,起动发动机并逐步换入高速档,使驱动轮达到产生摆振的转速。若这时转向盘出现抖动,说明是传动轴动不平衡引起的,应拆下传动轴进行检查;若此时不出现明显抖动,则说明摆振原因在汽车转向桥部分。

3) 怀疑摆振的原因在前桥部分时,应架起前桥试转车轮,检查车轮是否晃动,车轮静平衡是否良好,以及车轮钢圈是否偏摆过大。

4) 检查车架是否变形,铆钉有无松动以及前轴是否变形。另外还需检查前钢板弹簧的刚度。

5) 检查前轮定位是否正确。

6) 检查高速摆振的故障,有时还需借助一定的测试仪器。当缺少必要的测试仪器时,也可以采用替换法。例如:在怀疑某车轮有动不平衡时,可以另换一车轮试验,或者将可能引起高速摆振的车轮拆装到不发生摆振的车辆上进行对比试验。

3-579. 汽车行驶跑偏故障如何排除?

(1) **故障现象** 汽车在直线行驶时,必须紧握转向盘,方能保持直线行驶。若稍放松转向盘,汽车会自动偏向一边行驶。

(2) 故障原因

- 1) 前轮定位值不正确,前束调整不当,过大或过小。
- 2) 左、右前轮主销后倾角或车轮外倾角不相等。
- 3) 制动鼓与制动蹄摩擦片间隙调整不均匀,一边过紧,一边过松。
- 4) 钢板弹簧一边折断,造成两边弹力不等。
- 5) 转向节或转向节臂弯曲变形。
- 6) 前轴或车架弯曲或扭转。
- 7) 左、右两边轮胎气压不相等,一边偏高,一边偏低。
- 8) 车架变形或左、右轴距不相等。
- 9) 前轮毂轴承调整不当,左、右轮毂轴承松紧度不一致。

(3) 故障诊断与排除

1) 检查左、右前轮轮胎气压是否一致。如果是在换上新轮胎后出现跑偏现象,则应检查左、右轮胎规格以及轮胎花纹是否一致。

2) 用手触摸一下跑偏一侧的制动鼓和轮毂轴承部位是否发热。若发热,说明制动拖滞或是车轮轮毂轴承调整过紧,造成一边紧一边松的现象。

- 3) 测量左、右轴距是否相等。
- 4) 检查前钢板弹簧有无折断,前轴是否变形。
- 5) 若以上均属正常,应对前轮定位进行检查调整。

3-580. 如何检查与调整车轮定位?

蓝牙无障碍无线通信四轮定位仪系统如图 3-109 所示。现以桑塔纳 2000GSI 型轿车为例,测量车轮定位参数的步骤如下。

- 1) 进入仪器界面,选定车型,如桑塔纳 2000,按“确定”键。
- 2) 进入四轮定位参数界面,按“测定”键,进入车况检查界面,再按“进入”键。
- 3) 显示偏心补偿界面。
 - ① 将车轮和夹具顺时针旋转 90°。



图 3-109 四轮定位仪系统

- ② 将车轮和夹具逆时针旋转 180° 。
- ③ 将车轮和夹具顺时针旋转 90° 。
- 4) 按“进入”键，进入下一步。
- 5) 将四个车轮分别重复一次上述步骤进行偏心补偿，如图 3-110 所示。
- 6) 系统自动测量。
- ①拉紧驻车制动；②固定制动踏板；③将车轮慢慢放下；④上下晃动车辆；⑤按“M”键确定。
- 7) 以上操作完毕，按“进入”键，进入下一步。
- 8) 如果显示“四个轮调水平界面”四个框全绿，表示四个车轮已调整为水平状态。
- 9) 按“进入”键，显示摆正前轮界面，窗口全绿表示已调整好。
- 10) 按“进入”键，将左前轮在原平衡点位置向左转 10° ，再在原平衡点位置向右转 10° 如图 3-111 所示。

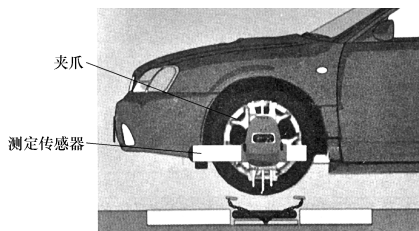
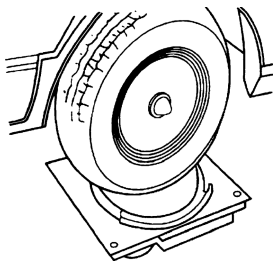


图 3-110 偏心补偿

图 3-111 左、右转 10°

- 11) 按“进入”键，进入下一步，显示四轮定位测量结果界面。
- 12) 查看刚才测出的四轮定位参数并与标准数据进行比较，可确定其偏差。
- 13) 根据偏差对四轮定位进行调整，直到符合标准为止。



第六节 车轮与轮胎



3-581. 车轮有何功用？结构有何特点？

车轮总成一般由轮毂、轮盘和轮辋三部分组成。轮毂通过圆锥滚子轴承套装在车桥或转向节轴颈上。轮辋用于安装轮胎。轮盘和轮辋为一个整体，通过螺栓连接将轮盘安装在轮毂上，一起随轮毂转动。轿车轮盘外侧装有车轮装饰罩，如图 3-112 所示。车轮与轮胎是汽车行驶系统中的重要部件，汽车通过车轮轮胎与地面接触实现行驶或停车。车轮和轮胎的主要功用是：

- 1) 支承汽车总质量。
- 2) 保证轮胎与路面有良好的附着性能，以提高汽车的驱动力和制动力。



- 3) 缓和吸收汽车行驶时所受到的冲击和振动。
- 4) 产生平衡汽车转弯行驶时的侧向力, 并通过轮胎产生自动回正力矩。

3-582. 国产轮辋规格的表示方法如何?

国产轮辋规格表示方法如图 3-113 所示。

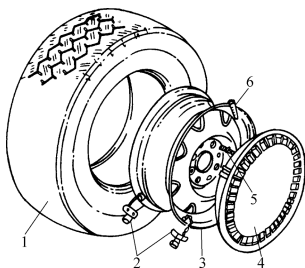


图 3-112 车轮总成

- 1—轮胎 2—平衡块 3—轮辋
4—装饰罩 5—螺栓 6—气门嘴

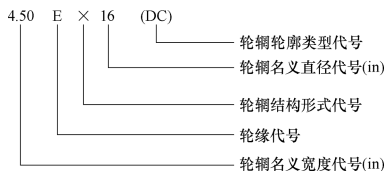


图 3-113 轮辋规格表示

- 1) 轮辋名义宽度和轮辋名义直径代号。它们的单位为英寸, 一般取两位小数 (当用毫米表示时, 轮胎与轮辋应一致)。
- 2) 轮缘高度代号。用一个或几个拉丁字母表示, 如 C、D、E、F、JJ、JK、L、V 等。
- 3) 轮辋结构形式代号。表示轮辋主要由几个零件组成, 符号“×”表示一件式轮辋, 符号“—”表示多件式轮辋。
- 4) 轮辋轮廓类型代号。用字母表示轮廓类型: DC—深槽、WDC—深槽宽、SDC—半深槽、FB—平底、WFB—平底宽、TB—全斜底、DT—对开式。

对于不同形式的轮辋, 以上代号不一定同时出现。例如: 轿车轮辋规格为 5.5J × 13, 表明其轮辋名义宽度和名义直径分别为 5.5in (1in = 0.0254m) 和 13in, 轮缘高度为 17.27mm, 属一件式轮辋; 解放 CA1092 型汽车轮辋为 6.5—20, 表明该轮辋是名义宽度和名义直径分别为 6.5in 和 20in 的多件式轮辋。

3-583. 轮胎有何功用? 如何分类?

轮胎安装在轮辋上, 支承汽车的全部质量; 轮胎直接与路面接触, 要与路面附着良好, 以产生足够的驱动力和制动力; 缓和、吸收汽车行驶时受到的冲击和振动。

现代汽车几乎全部采用充气轮胎。按结构不同, 充气轮胎可分为有内胎轮胎和无内胎轮胎两种。充气轮胎根据工作气压的大小可分为 **高压胎 (0.5 ~ 0.7MPa)、低压胎 (0.15 ~ 0.45MPa) 和超低压胎 (0.15MPa) 三种**。高压胎的滚动阻力小, 节省燃料。低压胎胎面较宽, 附着力大且弹性好, 吸收振动的能力较强。超低压胎断面宽度大, 在松软路面上具有良好的通过性, 多应用在越野车上。**目前汽车广泛应用的是低压胎。**

3-584. 轮胎规格的表示方法如何?

轮胎规格的表示方法如图 3-114、图 3-115 所示。

制造轮胎时, 通常都将轮胎规格标注在轮胎的侧壁上以方便选用。轮胎规格的表示方法有米制和英制两种。目前大多数国家采用英制, 我国也用英制, 但均逐渐向米制过渡。轮胎的尺寸标注如图 3-116 所示。

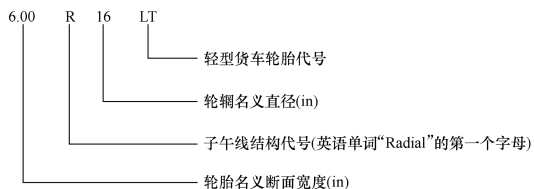


图 3-114 轻型货车普通断面子午线轮胎表示方法

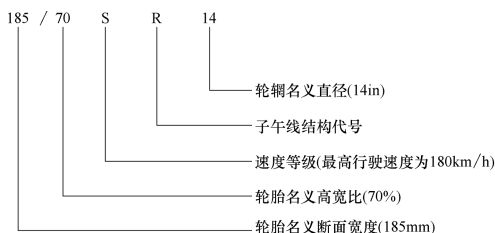


图 3-115 轿车子午线轮胎表示

高压胎一般用 $D \times B$ 表示。 D 为轮胎名义直径 (in), B 为轮胎断面宽度 (in), $\times$ 表示高压胎。**低压胎用 $B-d$ 表示。** B 为轮胎断面宽度 (in), d 为轮辋直径 (in), $-$ 表示低压胎。超低压胎的表示方法与低压胎相同。轮胎断面高度 H 与宽度 B 之比称为轮胎的高宽比 (以百分比表示), 即 $H/B100\%$, 又称做轮胎的扁平率, 通常高宽比有 80、75、70、60、55 等。

我国国家标准规定, 在外胎两侧标有轮胎规格、制造商标、层级、最大负荷及相应气压、生产编号及平衡标志 (○、□、△) 等。胎侧还标有汉语拼音字母, 以便于识别胎体帘线材料, 例如: M—棉帘线, R—人造丝帘线, N—尼龙帘线, G—钢丝帘线等, 这些字母一般写在规格尺寸的后边。有的胎侧还标有适用的轮辋规格。

3-585. 如何作轮胎的动平衡?

(1) **车轮动平衡** 要通过电脑动平衡机 (图 3-117) 进行检测, 其操作步骤及方法如下:

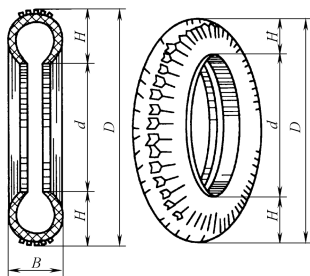


图 3-116 轮胎尺寸标记

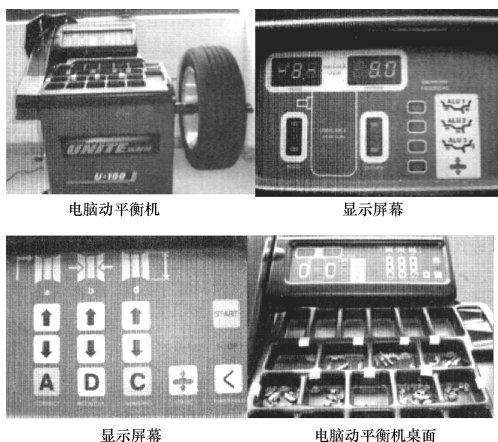


图 3-117 平衡机

- 1) 从车上拆下车轮, 清除车轮上的泥块、石子和旧平衡块。
- 2) 将轮胎气压充至规定值。
- 3) 安装传动轴螺柱, 将配件传动轴螺柱与法兰盘配合连接, 装上固定长螺栓, 并用内六角扳手固定。**安装时应用工业酒精或汽油将安装接触面上的防锈油擦干净, 以免影响安装精度。**
- 4) 安装轮胎。选择与轮辋匹配的锥度块, 将轮胎装在电脑动平衡机主轴上, 装上轮胎后, 用开合螺母锁紧。

(2) 输入轮辋数据

1) **输入距离 a 。**拉出电脑动平衡机边缘的测量尺, 抵在轮辋边缘, 读出此时刻度尺的读数。而后按 $[\uparrow a]$ 或 $[\downarrow a]$ 键输入距离值, 如图 3-118 所示。



2) **输入轮辋宽度 b** 。用随机带的宽度测量尺测出轮辋宽,而后按 [↑ b] 或 [↓ b] 键输入轮辋宽尺寸,如图 3-119 所示。

3) **输入轮辋直径 d** 。而后按 [↑ d] 或 [↓ d] 键输入轮辋直径,如图 3-120 所示。

(3) **轮胎平衡操作** (轿车及中小型货车轮胎平衡)

1) 打开电源开关,装上待平衡轮胎,输入轮辋数据。

2) 盖上保护罩,按下“START”键,轮胎开始转动,8s 后自动停止后,显示器显示不平衡值,即为内外侧需加的平衡块重量,按“不平衡值”选择平衡块。

3) 用手缓慢转动轮胎,至内侧不平衡指示灯全亮,它表示此时轮辋内侧最高点(12点)位置为不平衡位置。在此位置加上平衡块,而后重复上述操作,在轮辋外侧加上相应的平衡块,再次转动轮胎,直至显示 0 为止。

4) 一般轮胎平衡值为满 5g 显示,小于 5g 的不平衡值显示为 0,每一次平衡操作旋转完成后,按“<”键则显示实际不平衡值。

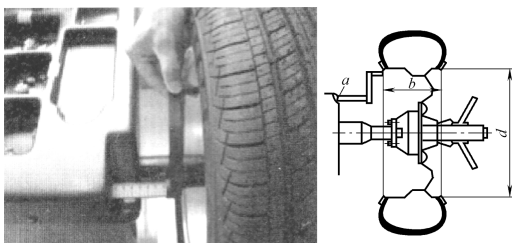


图 3-118 测量距离 a



图 3-119 测量距离 b

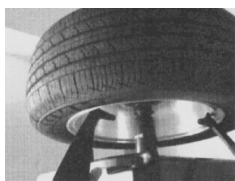


图 3-120 测量距离 d



图 3-121 轮辋两边夹平衡块

(4) 平衡方式选择

1) 当遇到不能按正常方式在轮辋两边加平衡块的轮胎时,需选择不同的平衡方式。

2) 按 A 选择静平衡及各种平衡方式,然后按加平衡块位置。也可以参照电脑动平衡机显示屏幕上选择平衡方式。

正常:在轮辋两边加平衡块,用于钢制或铝合金轮辋,如图 3-121 所示。

ALU1:在轮辋边缘胶粘平衡块,平衡铝合金轮辋。

ALU2:在轮辋边缘胶粘平衡块。

ALU3:在轮辋外侧加平衡块,内侧胶粘平衡块。

3-586. 如何检修内胎?

(1) **内胎的常见损伤** 穿孔、破裂、气门嘴损坏、漏气等,其表现均为泄漏。

(2) **内胎漏气的检查** 把具有一定气压的内胎放到水中,观察气泡的出处,以确定损伤部位。

(3) **内胎的修补方法** 一般分为火补法、冷补法和生胶修补法(适合于外胎有较大破损情况)三种。其中火补法是将内胎钉眼处磨出均匀的粗糙面,除去屑末,揭下火补胶表面的一层漆布,将火补胶正对损伤孔中心,装上补胎夹的活动爪对正火补胶,并拧紧压紧螺杆。点燃火补胶上的加热剂,待 10~15min 冷却后,松开补胎夹,取下火补胶壳,然后再冷却 5~10min,待粘结严密即可。



冷补法是将内胎损伤处周围 20 ~ 30mm 范围内锉粗糙, 除去屑末, 然后将胶水均匀地涂在粗糙面上, 待胶水干后用预先经过硫化且符合标准的修补胶片粘贴在一起, 并用滚子向一个方向滚动压紧。生胶修补法 (适合于外胎有较大的破损情况) 是将破损处锉粗糙, 剪一块与破损处相适应的内胎面同样锉粗糙后填上, 在锉粗糙处涂上生胶水, 用一块面积比破损处略大的生胶, 用汽油将表面拭净后粘附在已风干的破损处。生胶不宜过厚, 以 2 ~ 3mm 为宜, 对生胶加热使其硫化, 将温度控制在 140℃, 保温时间约 10 ~ 20min。

3-587. 如何检修外胎?

1) 轿车轮胎通常在胎冠主纹槽内设置磨损指示条标记, 同时在胎侧设有若干个“TWI”或“△”标记, 用以表明磨损指示条位置。

2) 在主纹槽内设有高度为 1.60mm、宽 12mm 的磨损标记, 用于识别胎面主纹槽。测定轮胎花纹的深度时必须在轮胎胎面主纹槽内进行测量。在胎侧设有六个“TWI”标记, 用以标明磨损标记所在的位置。测量轮胎磨损时, 不应将磨损标记包括在内, 应从花纹最深处进行测量。轮胎花纹深度磨至 2mm 时, 即为轮胎的花纹深度的使用极限值, 超过此值会影响轮胎的附着能力, 如图 3-122 所示。

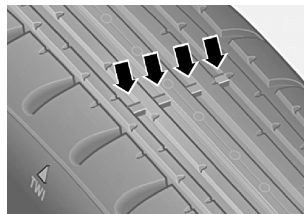


图 3-122 花纹深度磨损部位

3) 现代轿车高速轮胎出现损伤时, 从安全行车角度考虑, 一般推荐采用更换的方法。

3-588. 如何检查轮胎气压?

1) 不同轮胎的气压、轮胎的承载情况和效率 (实际上也是指轮胎的使用寿命) 各不相同, 轮胎气压影响着汽车的使用性能和轮胎的寿命。因此, 应经常检查轮胎气压, 轮胎气压应符合规定要求, 必要时应进行补气和调整。

2) 轮胎气压通常标注在轮胎的侧壁上。一般注有国际单位压强 kPa (千帕), 或注有工程大气压 kgf/cm² (千克力/厘米²) 及英制压强 lbf/in² (磅/英寸)。各种单位的互换关系为

$$1 \text{ kgf/cm}^2 = 98 \text{ kPa}, 1 \text{ lbf/in}^2 = 6.89 \text{ kPa}$$

3) 检查完轮胎气压后, 用唾液涂在气嘴上, 查看是否漏气。

4) 目前, 货车、轿车几乎都采用低压胎。例如: 桑塔纳, 前轮胎空载 180kPa, 满载 190kPa; 后轮胎满载 240kPa, 空载 180kPa; 备胎 250kPa。检查轮胎应在常温下进行, 冬季轮胎气压应增高 20kPa。

3-589. 如何排除轮胎偏磨故障?

轮胎偏磨是指轮胎的边缘部位形成毛边, 其磨损较其他部位严重。造成偏磨的理论原因是轮胎以极限横向偏离角滚动所致。

主要原因: 频繁高速转弯, 前束及外倾角调整不当, 经常在拱形或蛇形弯路面上行驶。

维修方法: 调整前轮定位角及前束。

3-590. 如何排除轮胎中央磨损故障?

轮胎中央磨损是指轮胎胎面中间部位异常磨损。造成这种磨损的理论原因是胎面中央的轮胎直径伸长量大于胎肩处的伸长量。



主要原因：轮胎气压过高。

维修方法：重新校正轮胎气压，使轮胎气压在规定值。

3-591. 如何排除轮胎锯齿磨损?

锯齿形磨损是指轮胎花纹块表面的阶梯形磨损。造成这种磨损的原因是轮胎着地区域内的花纹块不均匀变形。

主要原因：前束及外倾角不符合规定值。

维修方法：调整前束及外倾角，使其符合规定值，检查轮胎充气压力是否在规定值范围内。

3-592. 如何进行轮胎换位?

一般每行驶 1 万 km 左右应对汽车进行轮胎换位，可延长轮胎 20% 的使用寿命。轮胎的换位顺序如图 3-123 所示。

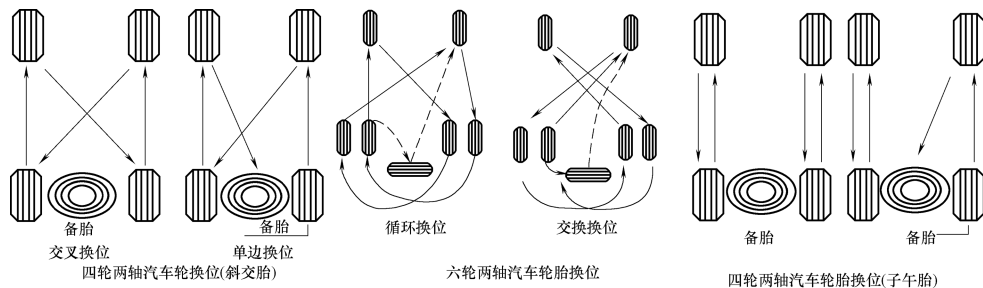


图 3-123 轮胎的换位



第七节 悬架



3-593. 悬架有何功用?

悬架是车架（或承载式车身）与车桥（或车轮）之间的一切传力连接装置的总称。其功用是弹性连接车桥与车架或车身；把路面作用于车轮上的垂直反力、纵向反力和侧向反力及这些反力所形成的力矩都传递到车架上；衰减由于弹性系统引起的振动，以保证汽车的正常行驶。

3-594. 悬架是如何分类的?

汽车悬架根据导向机构的不同可分为非独立悬架和独立悬架，如图 3-124 所示。图 3-124a 所示为非独立悬架，其结构特点是两侧的车轮由一根整体式车桥相连，车轮连同车桥一起通过弹性悬架悬挂在车架或车身的下面。图 3-124b 所示为独立悬架的两侧车轮分别独立地与车架或车身弹性地连接。独立悬架采用断开式车桥，可降低发动机的安装位置，有利于降低汽车重心，并使结构紧凑。

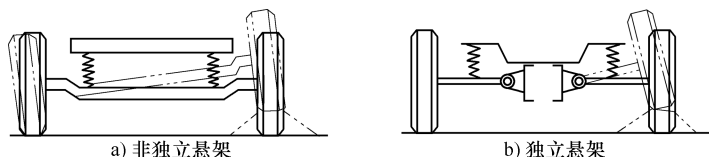


图 3-124 非独立和独立悬架



3-595. 悬架是由哪几部分组成的?

现代汽车的悬架虽有不同的结构形式,但一般都是由弹性组件、减振器和导向机构三部分组成,如图 3-125 所示。

3-596. 钢板弹簧结构有何特点?

钢板弹簧是汽车悬架中应用最广泛的弹性组件,它是由若干片不等长但等宽(厚度可以相同,也可不同)的合金弹簧片组合而成的一根近似等强度的弹性梁。图 3-126 所示为钢板弹簧的一般构造。

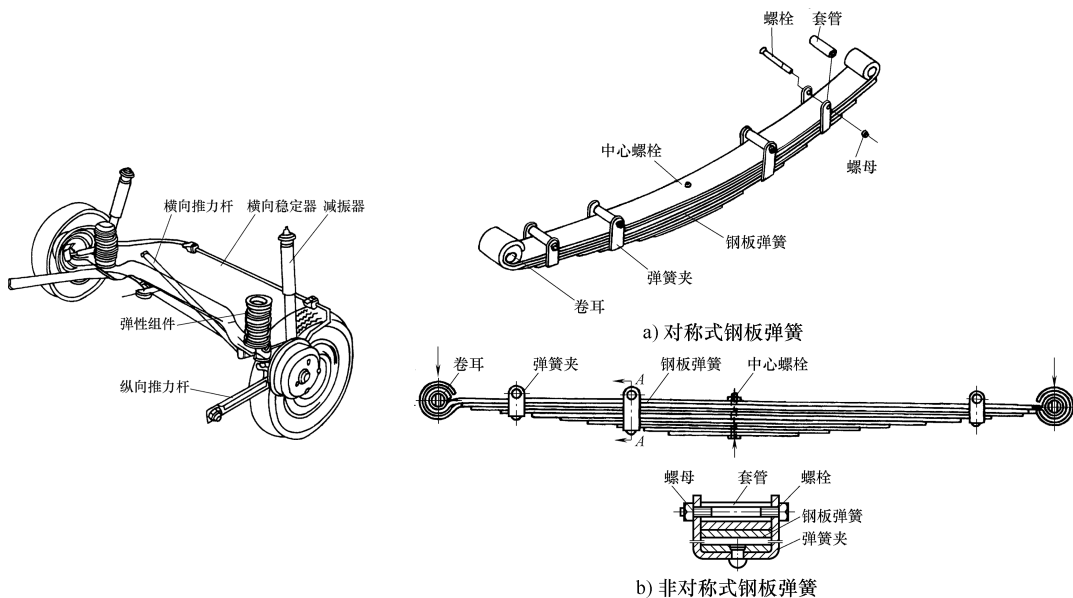


图 3-125 汽车悬架组成

图 3-126 钢板弹簧

3-597. 扭杆弹簧有何作用? 结构有何特点?

扭杆弹簧本身是一根由弹簧钢制成的杆,如图 3-127 所示。扭杆断面通常为圆形,少数为矩形或管形。其两端形状可以做成花键方形、六角形、带平面的圆柱形等,以便一端固定在车架上,另一端固定在悬架的摆臂上。摆臂则与车轮相连。当车轮跳动时,摆臂绕着扭杆轴线而摆动,使扭杆产生扭转弹性变形,借以保证车轮与车架的弹性联系。有的扭杆由一些矩形断面的薄片(扭片)组合而成,这样弹簧更为柔软。

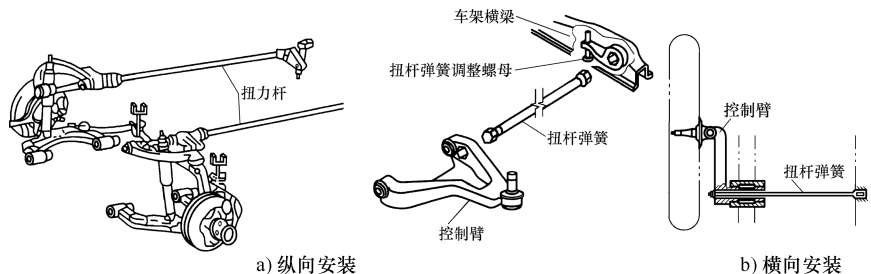


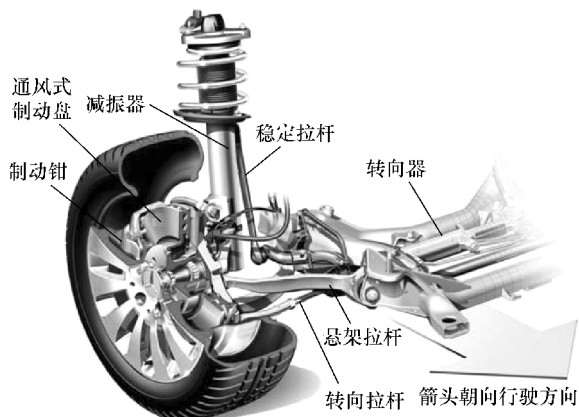
图 3-127 扭杆弹簧



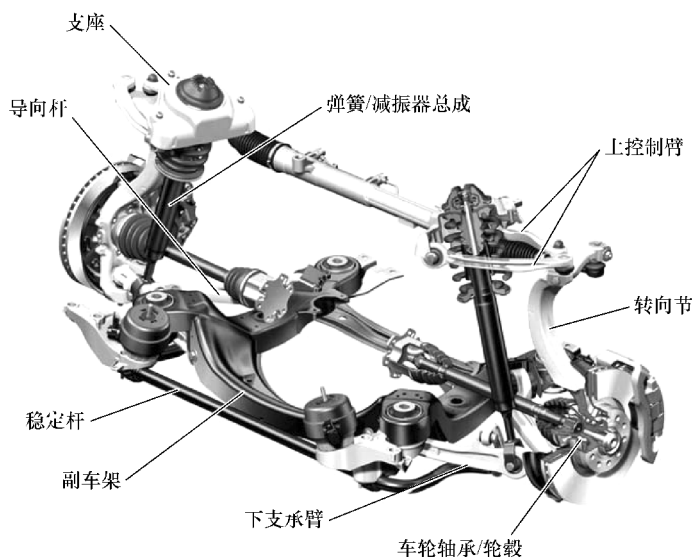
3-598. 多连杆麦弗式前悬架稳定吗？

悬架一般都是由弹性元件、减振器和导向机构三部分组成。这里所说的多连杆悬架就是比一般悬架的连杆要多，如图 3-128 所示。

多连杆悬架的优点：可以自由独立地确定主销偏移距，减小因径向载荷引起的干扰力和力矩；很好地控制了制动和加速期间车的纵向点头运动；有利于控制车轮的前束、外倾和轮距宽度变化，因此具有良好操纵稳定性；可有效地降低轮胎的磨损，延长其使用寿命；从弹性运动学角度来看，在侧向力和纵向力条件下前束角的改变以及行驶舒适性都能得到精确的控制；车轮受力点分散，因此连杆可以做得较细小，减轻了质量。



a) 奔驰E级三连杆麦弗式前悬架



b) 四连杆前桥

图 3-128 麦弗式前悬架

3-599. 速腾优化麦弗逊式前悬架结构有何特点？

速腾优化麦弗逊式前悬架如图 3-129 所示，其优点为：

- 1) 高水平的横向和倾斜稳定性。



- 2) 纵向柔性提高舒适性。
- 3) 有效断开影响悬架和驾驶人的各种不利因素。
- 4) 与 PQ34 相比大大提高了起伏路面上行驶的舒适型。
- 5) 前桥随路面动态可调。
- 6) 轻质的铝合金副车架, 使质量减轻, 并降低油耗。

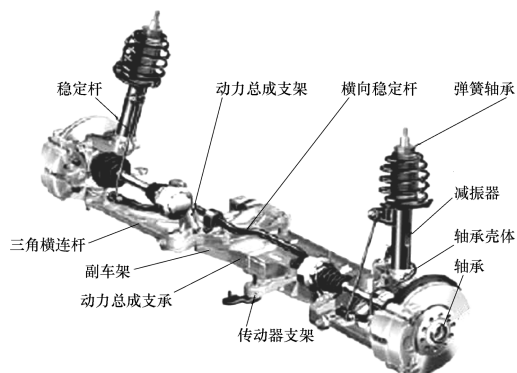


图 3-129 速腾优化麦弗逊式前悬架

● 3-600. 速腾四连杆悬架结构有何特点?

速腾轿车紧凑的四连杆后悬架结构是 PQ35 平台底盘系统最大的变化之处, 它改变了 PQ34 平台上的半独立扭杆梁式悬架, 而以中高档轿车上采用的独立式四连杆悬架代替, 大大提高了整车的舒适性和操控性, 如图 3-130 所示。

四连杆后桥由三个摆臂 (下摆/弹簧臂、横拉杆和上摆臂) 和一个纵向拖臂组成, 每个车轮有一个横拉杆, 能独立区分纵向和横向的动力传递, 在与前悬架完美配合下, 使整车具有良好的平稳性和驾驶舒适性。悬架几何结构可产生中性或略带不足转向, 有利于转向稳定。

● 3-601. 速腾、迈腾轿车的横向稳定器结构有何特点?

速腾、迈腾轿车的横向稳定器为管状, 稳定杆直径 23mm, 通过两个轴套支座与副车架相连, 如图 3-131 所示。防侧倾的横向稳定杆上端通过两个连杆同前减振器连接, 下端通过两个轴承与副车架相连, 提高了稳定性。

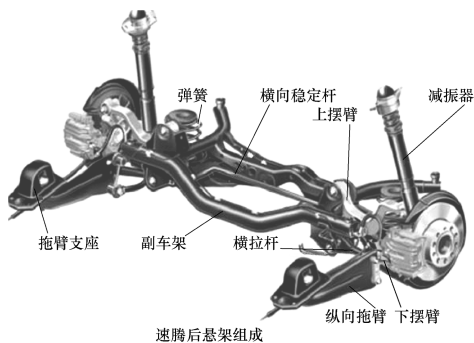


图 3-130 速腾紧凑的四连杆后悬架

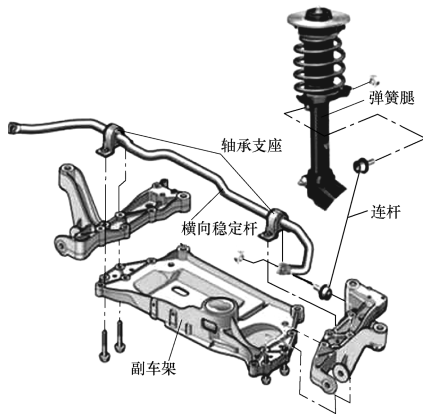


图 3-131 速腾轿车的横向稳定器



3-602. 如何检修减振器?

汽车行驶过程中,若减振器发出异常响声,说明减振器已损坏,需要检修。首先检查减振器渗油情况,若减振器渗油较少,则不必更换,查找渗油部位进行修复;若减振器渗油较多则应更换。漏油的减振器不能继续使用。

检查或更换减振器时必须把它拆卸下来。

3-603. 如何排除悬架异响故障?

- (1) **现象** 行驶中,前、后悬架发出异常噪声或敲击声。
- (2) **故障原因**
 - 1) 减振器损坏; 2) 横向稳定杆或减振器固定不良,轮毂轴承松动; 3) 减振弹簧断裂。
- (3) **故障排除**
 - 1) 更换减振器; 2) 重新紧固松动部分; 3) 更换减振器弹簧。



第八节 转向系统



3-604. 转向系统由哪几部分组成?

转向系统结构形式多种多样,但所有的转向系统都由三部分组成,即转向传动机构、机械转向器和转向操纵机构。

- 1) 转向传动机构的功用是将机械转向器输出轴的运动传递给转向臂,转向臂偏转车轮而改变汽车的行驶方向。
- 2) 机械转向器的功用是将转向盘的回转运动转换为转向传动机构的往复运动。
- 3) 转向操纵机构的功用是产生转动转向器所必需的操纵力。

3-605. 何谓转向系统角传动比?

转向系角传动比是指转向器角传动比 i_1 与转向传动机构的角传动比 i_2 的乘积,可以用转向盘转角增量与同侧转向车轮转角增量之比来表示。

转向系统角传动比越大,转向时加在转向盘上的力矩越小,驾驶人的操纵力越小。

3-606. 何谓转向系统自由行程?

转向盘在空转阶段的角行程称为转向盘的自由行程。从转向灵敏的角度来说,最好是转向盘和转向节的运动同步进行。然而,这实际上是不可能的。因为在整个转向系统中,各传动件之间必然存在装配间隙,而且这些间隙随零件磨损逐渐增大。在开始转动转向盘时,须先消除各传动件间的间隙,所以驾驶人对转向盘施加的力矩很小,转向盘处于空转阶段。转向盘的自由行程对于缓解路面冲击和避免驾驶人的过度紧张有利。但不宜过大,以免影响转向系统的灵敏性。一般转向盘从汽车直行的中间位置向任意方向的自由行程最好不超过 $10^\circ \sim 15^\circ$ 。当零件磨损严重到转向盘自由行程超过 $25^\circ \sim 30^\circ$, 必须进行调整。

3-607. 齿轮齿条转向器结构有何特点?

齿轮齿条式转向器如图 3-132 所示。转向器外壳 7 由一根钢管和压配在其两端的接头组成,用两个螺栓固定在车架上。转向齿轮 3 垂直地安装在外壳右接头中,其上端通过连接板与转向操纵机构中的柔性万向节连接。与转向齿轮相啮合的转向齿条 2 水平布置。弹簧通过导向座将齿条 2 紧靠在齿轮 3 上,保证无间隙啮合。弹簧预紧力可用调整螺塞调整。



3-608. 动力转向系统有何功用？组成如何？

动力转向装置是利用一定的动力助力方式，帮助执行转向操作的转向装置。其功用是将部分发动机输出的动力用于转向，使转向轻便的同时，又可使转向灵敏。动力转向装置一般由机械转向器、转向动力缸和转向控制阀、转向液压泵等组成，如图 3-133 所示。

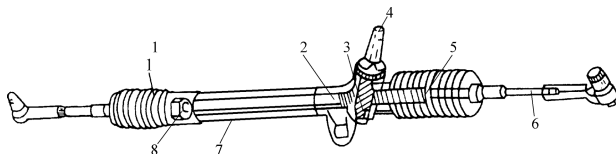


图 3-132 齿轮齿条转向器

- 1—防护套 2—转向齿条 3—转向齿轮 4—花键与转向盘柱 5—内端球 6—转向横拉杆总成 7—外壳 8—齿条导块

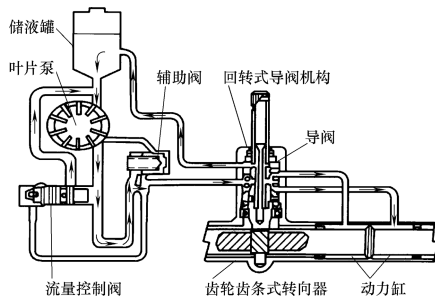


图 3-133 动力转向系工作原理图

3-609. 轿车动力转向系统结构有何特点？

液压助力转向系统由液压泵、分配阀、溢流阀、限压阀、储油罐、转向器、动力缸和油管等组成，如图 3-134 所示。

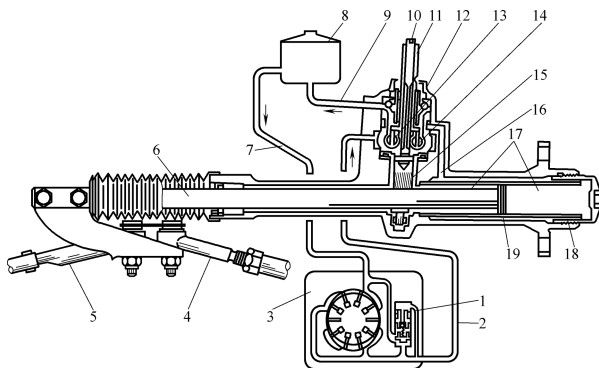


图 3-134 液压助力转向系结构图

- 1—限压阀和溢流阀 2—高压油管 3—叶片泵 4—右横拉杆 5—左横拉杆 6—齿条 7—油管 8—储油罐 9—回油管 10—主动齿轮轴 11—扭力杆 12—分配阀 13—左阀芯 14—右阀芯 15—左腔进油管 16—右腔进油管 17—压力腔 18—动力缸 19—活塞

3-610. 电控助力转向系统组成如何？

电控助力转向系统的基本组成如图 3-135 所示。随着电动机械转向助力器的使用，液压式转向助力系统可以被取消了。由于不再使用液压油，所以该转向系统在环境保护方面做出了重大贡献。

所使用的电动机械转向助力器是一种双小齿轮，在两只小齿轮（转向齿轮和驱动齿轮）的帮助下，需要的转向力被传导到齿条上。

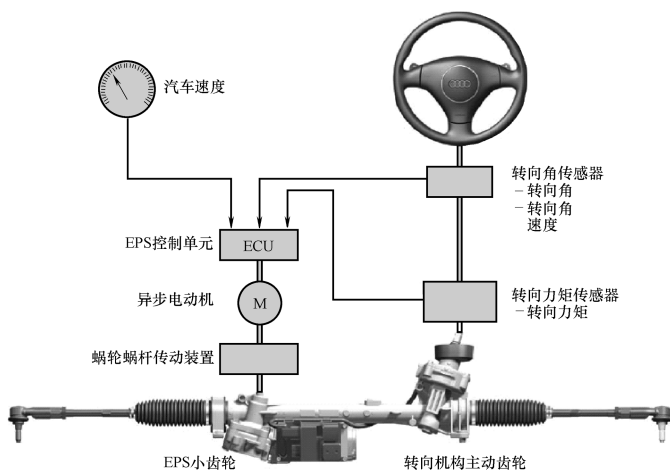


图 3-135 电控助力转向系统组成

3-611. 滚珠丝杠是如何实现转向助力的？

滚珠丝杠转向结构、控制单元、转向电动机如图 3-136 所示。滚珠丝杠能够将电动机的旋转运动转换成齿条的直线运动。滚珠丝杠的工作原理类似于螺栓螺母系统。螺距变成了沟道，螺栓（螺杆）和螺母（球循环螺母）之间的连接是通过沟道中的球来实现的。这些球的滚动就像轴承内的滚子元件一样，在一个封闭的循环回路中运动如图 3-137 所示。要想实现这种运动，球循环螺母内要有一个循环通道，将球循环螺母的沟道“起点”和“终点”连接在一起。

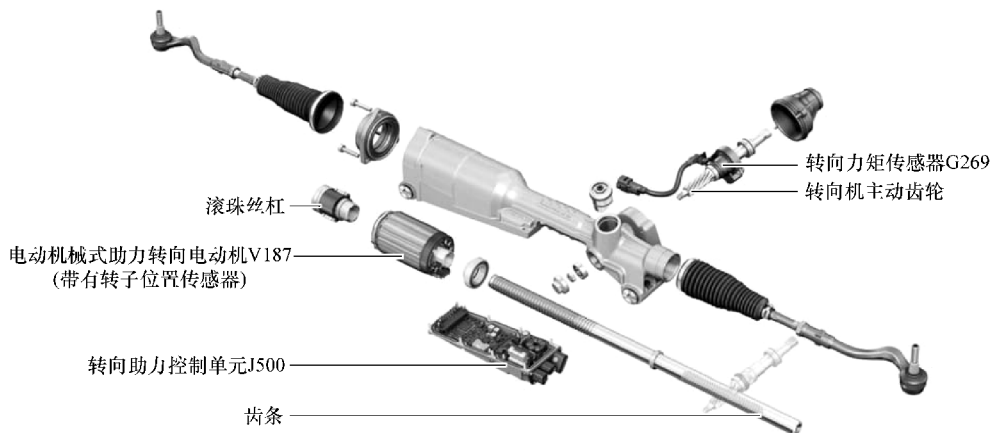


图 3-136 电动机机械式转向系统各部件的结构

随着球循环螺母的反向转动以及球滚动方向的逆转，螺杆的运动方向也会跟着改变。滚珠丝杠在将旋转运动转换成直线运动时，因为摩擦减小了（球与沟道是点接触的），所以，功率的消耗只有普通螺杆传动功率的三分之一。整个结构具有磨损小、定位精度高（安装间隙很小）的特点。

球循环螺母被纵向固定，如果转动，那么螺杆就会按箭头指示的方向做直线运动。为了减少这些球之间的接触，循环通道越短越好，因此，在球循环螺母内采用两条彼此分开的循环通道。

在奥迪 A7 Sportback 上，球循环螺母与转子空心轴是连在一起的，齿条的一端被设计成螺杆形。电动机被起动时，转子空心轴连同球循环螺母开始转动，齿条也就开始直线运动了。电动机转动产生的力可为转向盘左转、右转提供助力。电动机电流的大小决定转向助力力矩的大小如图 3-138 所示。

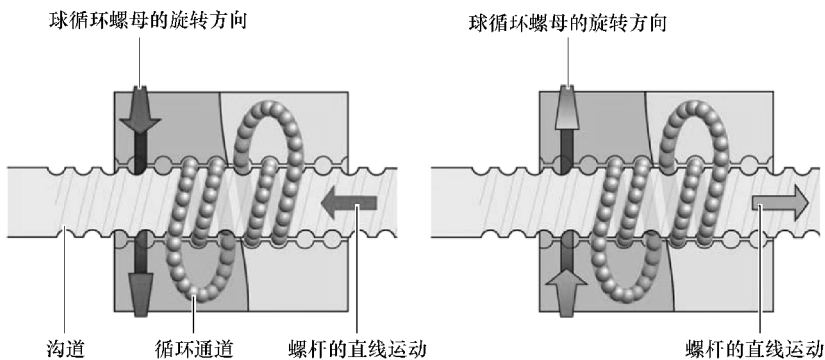


图 3-137 滚珠丝杠的结构与原理

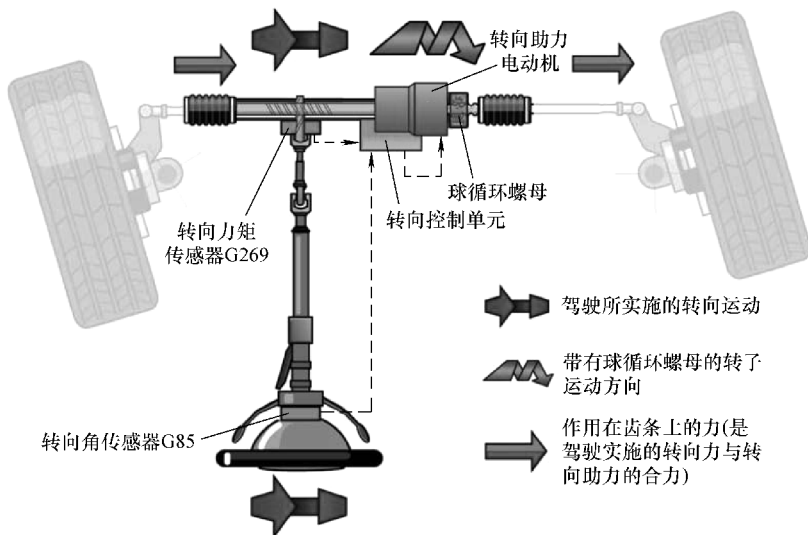


图 3-138 转向工作原理图

3-612. 转向沉重故障如何排除？

汽车在行驶中驾驶人向左、向右转动转向盘时，感到沉重费力，无回正感；当汽车低速转弯行驶和掉头时，转动转向盘感到超乎正常地沉重，甚至打不动。

(1) 故障原因

- 1) 转向器轴承装配过紧。
- 2) 传动副啮合间隙过小。
- 3) 横、直拉杆球头销装配过紧或接头缺油。
- 4) 转向节主销与衬套配合过紧。
- 5) 转向轴或柱管弯曲，互相摩擦或卡住。
- 6) 转向装置润滑不良。
- 7) 前束调整不当。

(2) 故障诊断

1) 拆下转向臂，转动转向盘，如感觉沉重则应调整轴承紧度和传动副啮合间隙。若有松紧不均或卡住现象，则应拆下转向轴检查传动副及轴承有无损坏，转向轴与柱管有无摩擦或卡住现



象,必要时进行修理或更换。

2) 转动转向盘时,如感到轻松,则故障在传动机构,应顶起前轴,并用手左、右扳动前轮。如过紧,应检查转向节主销与衬套,推力轴承和直、横拉杆球头销配合是否过紧,润滑是否良好,必要时进行调整和润滑。

3) 若上述情况均正常良好,则应检查前轴和车架是否变形,前束是否符合标准,必要时调整前束。

3-613. 转向不稳故障如何排除?

(1) **故障原因** 转向器轴承过松;传动副啮合间隙过大;横、直拉杆球头销磨损严重;转向节主销与衬套磨损严重,配合间隙过大;前轮毂轴承松旷;前轴弯曲;车架和轮辋变形;前束过大。

(2) 故障诊断

1) 一人转动转向盘,另一人在车下察看传动机构,如转向盘转了许多而转向臂并不转动,则故障在转向器;如转向臂转动了许多而前轮并不偏转,则故障在传动机构。

2) 如果故障在转向器,应检查传动副啮合间隙,必要时进行调整。

3) 如果故障在传动机构,应检查转向臂和直、横拉杆各球头销是否松旷,必要时进行调整。

4) 经检查上述情况良好,则应架起前轴并用手推动车轮,检查转向节主销与衬套,前轮毂轴承是否松旷,必要时进行调整或修理。

5) 转向盘经过上述检查、调整后仍不稳定,应检查前轴和车架以及轮辋是否变形,前束是否符合标准规定,必要时进行调整或修理。

3-614. 转向单边转向不足故障如何排除?

(1) 故障原因

1) 转向摇臂在转向摇臂轴上装配位置不合适。

2) 有一边前轮转向角限位螺钉过长。

3) 直拉杆弯曲变形。

4) 前钢板弹簧螺栓松动或中心螺栓折断。

5) 中心不对称的前钢板弹簧前后装反。

(2) 故障诊断

1) 若汽车转向原来良好,由于行驶中的碰撞而造成转弯半径一边大一边小时,应检查直拉杆、前轴、前钢板弹簧有无变形和中心螺栓折断现象。

2) 若在维修后出现单边转向不足,可架起前桥,先检查转向摇臂是否装配正确。可将转向盘向一边转到尽头,再回到另一尽头,记住转向盘转动的总圈数,然后检查转向摇臂的位置,即在总转动圈数之半时前轮是否在居中的位置。倘若位置不对,应拆下转向摇臂另行安装。若摇臂位置始终不能使前轮对中,则应检查直拉杆有无弯曲变形。若转向角不等仅是受到转向限位螺钉不同长度的影响,则应调整限位螺钉。

3) 对于中心不对称的前钢板弹簧,则应检查是否有装反现象。

3-615. 转向盘自由转动量过大故障如何排除?

汽车保持直线行驶位置或静止不动时,转向盘左、右转动的游动角度过大。

(1) 故障原因

1) 转向器内主、从动啮合部位间隙过大或主、从动部位轴承松旷。

2) 转向盘与转向轴连接部位松旷。

3) 转向垂臂与转向垂臂轴连接松旷。



- 4) 直、横拉杆球头连接部位松旷。
- 5) 直、横拉杆臂与转向节连接松旷。
- 6) 转向节主销与衬套磨损后松旷。
- 7) 车轮轮毂轴承间隙过大。

(2) 故障诊断

- 1) 更换轴承或调整轴承紧度。
- 2) 更换球头。
- 3) 调整转向器齿轮啮合间隙或更换损坏的齿轮。

3-616. 车轮回正不良故障如何解决?

(1) 故障原因

- 1) 转向车轮轮胎气压不足。
- 2) 前轮定位失准。
- 3) 转向器齿轮调整不良或损坏。

(2) 故障诊断

- 1) 按标准充气。
- 2) 检查调整前轮定位。
- 3) 调整转向器或更换损坏的齿轮。

3-617. 液压动力转向转向沉重故障如何排除?

(1) 故障原因

- 1) 油罐缺油或油液高度不足或滤清器堵塞。
- 2) 回路中有空气。
- 3) 液压泵磨损, 内部泄露严重, 或驱动带打滑。
- 4) 安全阀泄漏, 弹簧太软或调整不当。
- 5) 动力缸或分配阀密封圈损坏。
- 6) 各油管接头泄漏。

(2) 故障诊断

- 1) 检查液压泵传动带是否打滑或其他驱动形式的齿轮传动等有无损坏。
- 2) 检查转向器、分配阀、液压泵、动力缸和各油管接头等有无渗漏。
- 3) 从油罐处检查油质及油面高度。若发现油中有泡沫时, 可能是油路中有空气。此时, 可架起前桥或拆下直拉杆, 起动发动机怠速运转, 反复将转向盘从一个尽头转到另一个尽头, 使动力缸在全行程往复运动, 逐步排除油路中的空气。最后添加油液至规定高度。
- 4) 检查液压泵、安全阀、动力缸是否良好。接上与规定油压相适应的压力表和开关。打开开关, 转动转向盘到尽头, 起动发动机低速运转。这时, 若油压表读数达不到该车型规定压力值, 且在逐步关闭开关时, 油压也不提高, 说明液压泵有故障或安全阀未调整好。若油压表读数达到规定值, 在逐步关闭开关时压力有所提高, 说明液压泵良好, 故障在动力缸或分配阀。

3-618. 汽车直线行驶时, 转向盘发飘或跑偏故障如何解决?

(1) 故障原因

- 1) 控制阀回位弹簧损坏或太软, 难以克服转向器逆传动阻力, 使滑阀不能及时回位。
- 2) 因油液脏污使滑阀运动受到阻滞。
- 3) 由于滑阀与阀体台阶位置偏移使滑阀不在中间位置。



4) 流量控制阀卡住使液压泵油量过大或油压管道布置不合理, 导致油压系统管道节流损失过大, 使动力缸左右腔压力差过大。

(2) 故障诊断

1) 应当检查油液是否脏污, 新车或大修后的车辆不认真执行磨合维护的换油规定, 往往使油液脏污。

2) 对于使用较久的车辆, 则可能是流量控制阀或分配阀反作用弹簧失效所致, 可在不起动发动机的情况下, 转动转向盘, 凭手感判断滑阀是否运动自如。若有怀疑, 一般应拆装检查。

3-619. 左右转向轻重不同故障如何排除?

(1) 故障原因

- 1) 分配阀的滑阀偏离中间位置, 或虽在中间位置但与阀体台肩的缝隙大小不一致。
- 2) 滑阀内有脏物阻滞, 使左右移动时阻力不一样。
- 3) 调整螺母调整不当。

(2) **故障诊断** 这种故障多系油液脏污所致, 应换新油。如果油液良好, 对可调式分配阀, 应将调整螺母重新调整, 或拆开分配阀检查缝隙台肩是否有毛刺, 滑阀位置是否居中等。

3-620. 快转向时转向盘感到沉重故障如何排除?

(1) 故障原因

- 1) 液压泵传动带打滑。
- 2) 流量控制阀弹簧过软。
- 3) 安全阀、流量控制阀泄漏严重。
- 4) 液压泵磨损过甚。
- 5) 液压泵选型不对, 使供油不足。

(2) **故障诊断与排除** 这种故障多系供油量不足所致。因此, 除应先检查传动带有无打滑, 油罐存油是否符合规定外, 还可以顶起前桥, 接上压力表及开关, 进行快慢转向试验。同时变更发动机转速进行实验, 根据压力变化做出诊断。

3-621. 转向时有噪声如何诊断?

(1) 故障原因

- 1) 油罐中油面过低, 液压泵在工作时容易吸进空气; 或液压泵传动带过松。
- 2) 油路中存有空气。
- 3) 滤油器滤网堵塞, 或因其破裂造成油管堵塞。
- 4) 各管路接头松动或油管破裂。
- 5) 液压泵损坏或磨损严重。

(2) 故障诊断

- 1) 检查油罐液面高度, 若缺油液, 应加注液压油至标准高度。
- 2) 检查液压泵传动带是否打滑。必要时调整传动带紧度。
- 3) 查看油液中是否有泡沫, 若有泡沫, 应查找漏气处, 排除动力转向装置中的空气。
- 4) 转向器有损坏或磨损严重。更换转向器齿轮。

3-622. 转向液压泵压力如何检查?

1) 将量程为 15MPa 的压力表自节流阀串接到转向液压泵和转向阀之间的管路中, 如图 3-139 所示。

- 2) 起动发动机, 如果需要, 向油罐中补充 ATF 油。



- 3) 起动发动机,使发动机怠速运转,转动转向盘数次。
- 4) 急速关闭节流阀不超过 5~10s,并读出压力数,轿车额定值应为 6.8~8.2MPa。

3-623. 动力转向系统压力如何检查?

- 1) 如图 3-140 所示连接压力表和节流阀。

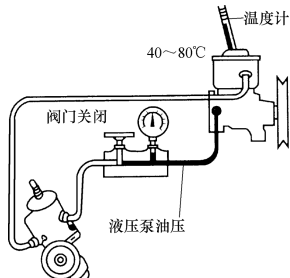


图 3-139 转向液压泵压力的检查

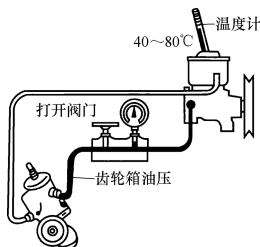


图 3-140 转向系统压力检查

- 2) 将节流阀打开,起动发动机并以怠速运转,使转向盘向左、右旋转到极限位置,同时读出压力表上的压力,额定值为 6.8~8.2MPa。如果向左或向右的额定值达不到要求,就要修理或更换总成。

3-624. 如何诊断与排除捷达转向系统异响故障?

(1) 转向沉重,要用力打转向盘才能转动

- 1) 此车没有发生过事故,前轮定位失准的可能性不大。
- 2) 试车感觉转向器间隙太小,按图 3-141 所示,微调转向器上的自锁式调整螺钉,故障排除。

此螺钉位于转向器与转向柱连接处的后部,一次拧动角度不要超过 30°,然后路试,方向要能自动回正,没有太大的间隙即可。

(2) 在不平整路面上行驶时,车辆前部有轻微“咯啦”声

- 1) 这种故障多发生于行驶十几万公里的车辆。调整转向器间隙后,试车,异响不大。
- 2) 按图 3-142 所示,把转向盘向左打到底,扳动转向拉杆,发现有一定的旷量,扳动转向拉杆时发出“咯啦咯啦”异响。这种异响有两个原因,一是转向器齿条严重磨损,间隙太大;二是转向机壳体内右端的塑料套磨损太大所致。这两种情况按技术要求都不可修复。

- 3) 更换转向器,试车故障排除。

(3) 转向盘自由间隙太大,且行驶有异响

- 1) 经试车发现,在原地打方向时,转向器内没有异响,行驶在颠簸路面时,转向器有明显“咯啦咯啦”异响,并且转向盘有轻微打手的感觉。

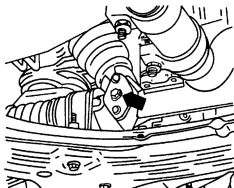


图 3-141 机械转向器间隙的调整

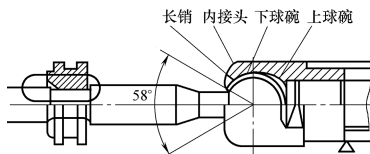


图 3-142 横拉杆及内球头

- 2) 将车辆升起来,用手左右扳动车轮,发现两转向拉杆的内球头松旷。



3) 更换两转向拉杆后, 异响排除。

注: 球碗使用寿命约为 6 万 km。

(4) 调整动力转向系统

注意: 调整动力转向时发动机要熄火。

- 1) 用举升机举起车辆。
- 2) 车轮摆正。
- 3) 若有过渡间隙, 当转动转向盘 (从中间位置约 30°) 时将会有噪声, 如图 3-143 所示。
- 4) 用工具小心地调节护盖上螺栓, 直至在车内听不到噪声。
- 5) 进行路试, 保证转向盘自动回位不发卡。
- 6) 紧固锁止螺母并做好标记, 如图 3-144 所示。

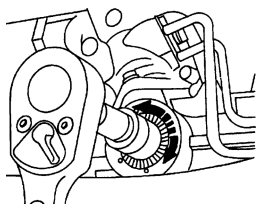


图 3-143 转向机有过渡间隙情况

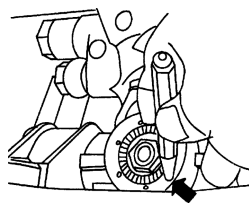


图 3-144 紧固锁止螺母并做好标记

3-625. 如何调整哈飞前束?

前束的调整如图 3-145 所示, 通过改变该转向横拉杆长度的方式调整前束。

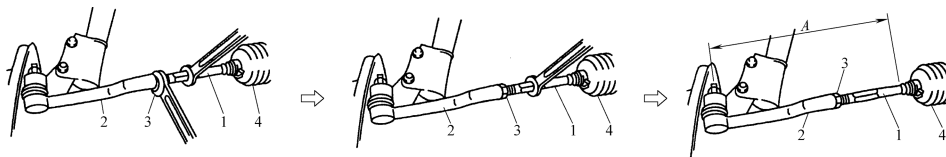


图 3-145 前束调整

1—转向横拉杆 2—转向横拉杆端部 3—转向横拉杆紧固螺母 4—齿条防尘罩

A—左、右转向横拉杆长度

- 1) 先拧松右转向和左转向横拉杆端部的紧固螺母。
- 2) 按前束设定技术要求, 左右转动横拉杆 (用相同的力矩)。
- 3) 在调整中, 左右横拉杆长度应相等 (见图 3-145 中的 A)。

说明: 在转动转向横拉杆之前, 应在转向横拉杆与齿条防尘罩之间施加润滑脂, 使防尘罩不致扭曲。调整之后, 按规定的力矩拧紧锁紧螺母。拧紧力矩为 $45\text{N} \cdot \text{m}$ 。



第九节 制动系统



3-626. 制动系统有何功用?

制动系统的功用是使行驶中的汽车减速, 甚至停车; 使下长坡行驶的汽车保持车速稳定; 使停驶的汽车保持可靠驻车。制动系统按功用可分为行车、驻车、应急及辅助制动系统四种类型, 前三种类型都是由充当执行器的制动器和操纵机构两部分组成。



3-627. 制动系统是由哪些部件组成？如何工作？

汽车制动系统由**制动器和液压传动机构组成**，其工作原理如图 3-146 所示。

制动系统不工作时，制动鼓的内圆面与制动蹄摩擦片的外圆面之间保留有一定的间隙，使制动鼓可以随车轮自由旋转。制动时，踩下制动踏板，推杆便推动主缸活塞，使主缸中的油液以一定压力流入制动轮缸，通过轮缸活塞使两制动蹄的上端向外张开，从而使摩擦片压紧在制动鼓的内圆面上。这样，不旋转的制动蹄就对旋转着的制动鼓产生一个摩擦力矩 M_μ ，其作用方向与车轮旋转方向相反，摩擦力矩大小取决于轮缸的张力、摩擦系数和制动鼓及制动蹄的尺寸等。制动鼓将该力矩 M_μ 传到车轮后，由于车轮与路面间的附着作用，车轮即对路面作用一个向前的作用力 F_μ 。与此同时，路面给车轮作用一个向后的反作用力 F_B ，即制动力。制动力 F_B 由车轮经车桥和悬架传递给车架和车身，迫使整个汽车产生一定的减速度。制动力越大，减速度也越大。当松开制动踏板时，制动蹄回位弹簧即将制动蹄拉回原位，摩擦力矩 M_μ 和制动力 F_B 消失，制动作用即行解除。

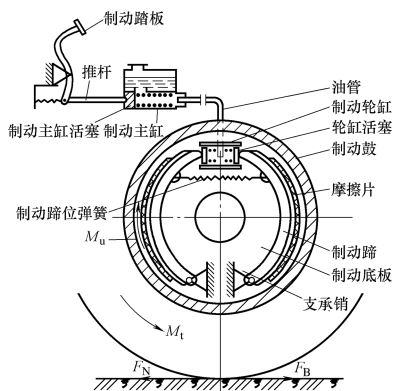


图 3-146 制动系工作原理示意图

3-628. 鼓式制动器结构有何特点？

鼓式制动器是制动蹄片挤压随车轮同步旋转的制动鼓的内侧而获得制动力，所以又称为内部扩张双蹄鼓式制动器。按制动时两制动蹄对制动鼓径向力的平衡情况，鼓式车轮制动器分为单向助势、双向助势和自动增力式三种形式。鼓式制动器可分为非平衡式和平衡式。非平衡式制动器的结构如图 3-147 所示。

3-629. 盘式制动器结构有何特点？

图 3-148 所示为浮钳盘式制动器外形，制动钳支架 5 固定在转向节上。制动钳体 1 用紧固螺栓 2 与制动钳导向销 3 连接，导向销插入制动钳支架的孔中作间隙配合，制动钳体可沿导向销作轴向滑动。制动盘 6 的内侧悬挂有活动制动块 10，而外侧的固定制动块 7 通过弹片安装在制动钳

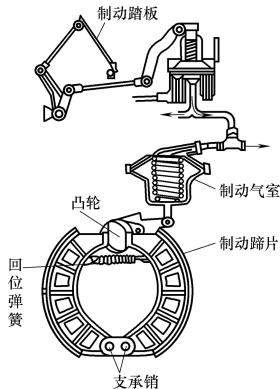


图 3-147 非平衡式制动器结构

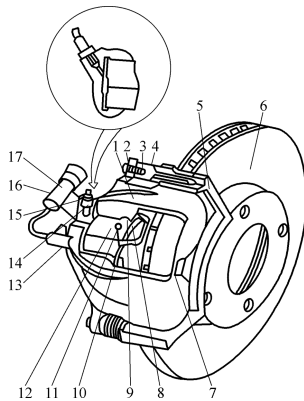


图 3-148 浮钳式制动器

- 1—制动钳体 2—紧固螺栓 3—导向销 4—防护套 5—制动钳支架 6—制动盘 7—固定制动块 8—消声片 9—防尘套 10—活动制动块 11—密封圈 12—活塞 13—电线导向夹 14—放气螺钉 15—放气螺母 16—报警开关 17—电线夹



支架 5 的内端面上。制动时，制动盘内侧的活动制动块在液压力作用下由活塞推靠到制动盘 6 上，同时制动钳上的反作用力将附装在制动钳支架中的固定制动块也推靠到制动盘 6 上。

3-630. 东风系列货车鼓式制动器结构有何特点？

东风系列货车都采用鼓式制动器。图 3-149 所示为 EQ1118GA 前车轮制动器，采用凸轮式张开装置，且设计成领从蹄式。前后两个制动蹄用可锻铸铁制成，其一端支撑孔与支承销间隙配合，并用挡板及锁销轴向限位；另一端安装有滚轮，以减小制动蹄与凸轮的磨损。凸轮与轴制成一体，通过支座固定在制动底板上，其尾部花键轴插入制动调整臂的花键孔中。

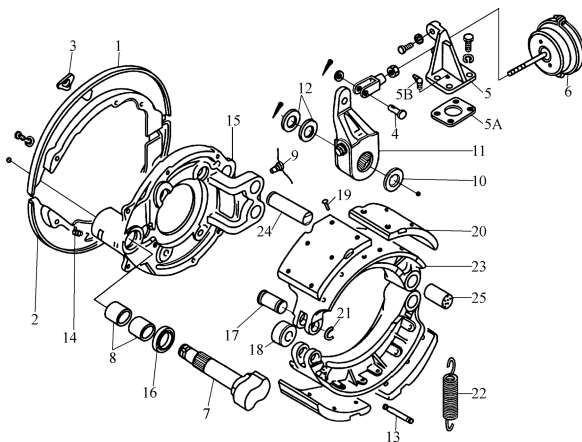


图 3-149 EQ1118GA 前车轮制动器

1—上防尘罩 2—下防尘罩总成 3—螺塞 4—平头销钉 5—支架 5A—密封垫片 5B、14—润滑脂嘴 6—制动气室 7—凸轮 8、25—衬套 9—螺钉 10、12—调整垫片 11—调整臂 13—回位弹簧固定销 15—制动底板 16—油封 17—滚轮轴 18—滚轮 19—铆钉 20—摩擦片 21—卡环 22—回位弹簧 23—制动蹄 24—蹄片轴

3-631. 前轮盘式制动器由哪些部件组成？

前轮盘式制动器一般采用浮钳盘式制动器。它由制动盘、内外摩擦块制动钳壳体、制动钳支架和前制动轮缸等组成，如图 3-150 所示。

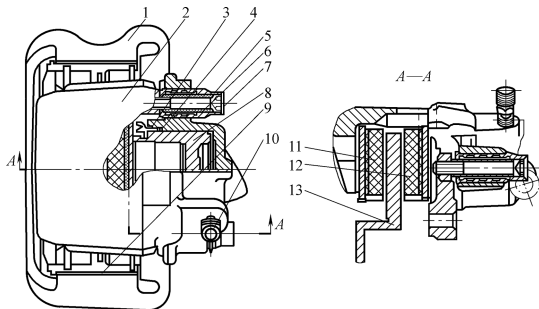


图 3-150 轿车前轮浮钳盘式制动器

1—支架 2—制动钳壳体 3—活塞防尘罩 4—活塞密封圈 5—螺栓 6—导套 7—导向防尘罩 8—活塞 9—止动弹簧 10—放气螺钉 11—外摩擦块 12—内摩擦块 13—制动盘

3-632. 驻车制动器有何功用？是如何分类的？

驻车制动器的主要作用是使汽车停放可靠，便于在坡道上起步，并可在行车制动器失效后临



时使用或配合行车制动器进行紧急制动。

多数驻车制动器安装在变速器或分动器之后,也有少数汽车装在后驱动桥输入轴前端,其制动力矩作用在传动轴上,称为中央驻车制动器。轿车上常采用驻车制动与行车制动共用一套制动器,称为车轮驻车制动器。这种结构简单紧凑。

常见的驻车制动器有蹄盘式和鼓式两种,也有些汽车采用带鼓式。

3-633. 液压制动系统是由哪些部件组成的?

如图 3-151 所示,液压式制动传动装置由制动踏板、推杆、制动主缸、储油罐、制动轮缸、油管、制动开关、指示灯和比例阀等组成。串联式双腔制动主缸主要由储油罐、制动主缸外壳、前活塞、后活塞及前后活塞弹簧、推杆、皮碗等组成。制动轮缸的作用是将制动主缸传来的液压力转变为使制动蹄张开的机械推力。

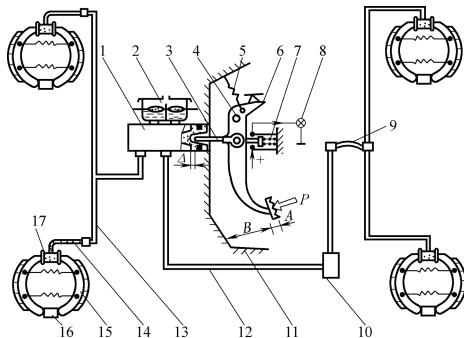


图 3-151 液压式制动器传动装置组成

- 1—制动主缸 2—储油罐 3—推杆 4—支承销 5—回位弹簧 6—制动踏板 7—制动灯开关 8—指示灯
9、14—软管 10—比例阀 11—地板 12—后桥油管 13—前桥油管 15—制动蹄 16—支承座
17—制动轮缸 Δ—自由间隙 A—自由行程 B—有效行程

3-634. 东风货车气压制动操纵机构结构有何特点?

气压制动操纵机构主要包括供能装置、控制装置和促动装置(制动气室)。供能装置由空气压缩机、调压阀、储气筒、四回路保护阀、空气干燥器和其他有关附件组成,控制装置包括制动阀、继动阀、感载比例阀、快放阀、手控阀和挂车制动控制阀等,促动装置包括膜片制动气室和组合制动气室。东风 EQ1141G 制动管路系统原理如图 3-152 所示。

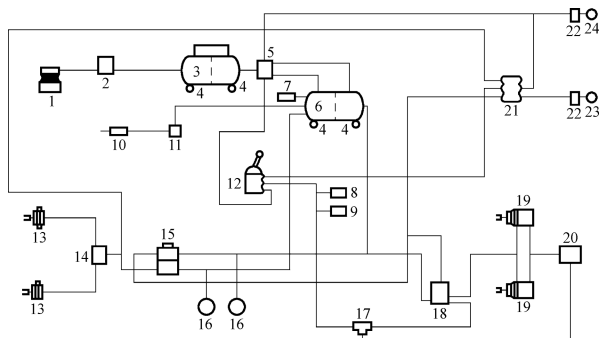


图 3-152 东风 EQ1141G 制动管路系统原理

- 1—空气压缩机 2—调压阀(卸载阀) 3—储气筒 4—放水阀 5—四回路保护阀 6—主储气筒 7—报警开关 8—报警开关 9—报警开关 10—排气制动操纵缸 11—电磁阀 12—手控阀 13—前制动气室 14—快放阀 15—制动阀 16—气压表 17—双向阀 18—感载阀 19—组合制动气室 20—快放阀 21—挂车制动控制阀 22—分离开关 23—制动管路接头 24—充气管路接头



3-635. 排气制动装置的构造、功用如何?

排气制动装置的功用是通过关闭发动机排气通道,使发动机活塞在排气行程时压缩发动机排出的废气,阻止发动机运转而产生制动作用,从而达到控制车速的目的。

排气制动装置主要由排气制动控制阀、排气碟片、工作缸和支架等组成,具体的结构如图3-153所示。

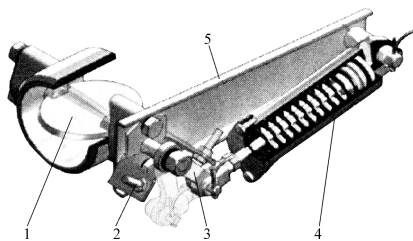


图 3-153 排气制动装置

1—排气碟片 2—限位螺钉 3—摇臂
4—工作缸 5—支架

3-636. 真空助力式液压制动传动装置结构有何特点?

真空助力器主要由真空伺服气室和控制阀组成,其结构如图3-154所示。

3-637. 真空助力式液压制动传动装置是如何工作的?

如图3-154所示,**制动时,踩下制动踏板**,踏板力推动控制阀推杆12和控制阀柱塞18向前移动,在消除柱塞与橡胶反作用盘7之间的间隙后,再继续推动制动主缸推杆2,使主缸内的制动液压油以一定压力流入制动轮缸。与此同时,在阀门弹簧16的作用下,真空阀9也随之向前移动,直到压靠在膜片座8的阀座上,从而使通道A与B隔绝。进而空气阀10离开真空阀9而开启,空气经过滤环11、空气阀的开口和通道B充入伺服气室后腔。伺服气室前、后腔由于压差而产生推力,此推力通过膜片座8、橡胶反作用盘7推动制动主缸推杆2向前移动。此时制动主缸推杆上的作用力(即为踏板力)和伺服气室反作用盘推力的总和,使制动主缸输出压力成倍增高。

解除制动时,控制阀推杆弹簧15使控制阀推杆和空气阀向右移动,真空阀离开膜片座8上阀座,真空阀开启。伺服气室前、后腔相通,均为真空状态。膜片座和膜片在回位弹簧作用下回位,制动主缸解除制动。

3-638. 空气压缩机有何功用? 如何分类?

空气压缩机是全车气路的气源。空气压缩机按其气缸的数量可分为单缸和双缸两种。空气压缩机固定于发动机一侧的支架上,由曲轴带轮通过V带驱动。

3-639. 空气压缩机结构有何特点?

它主要由缸体、曲轴箱、曲轴、活塞、连杆和气缸盖总成等组成。斯太尔、东风系列汽车装用单缸水冷式空气压缩机,其结构如图3-155所示。

3-640. 汽车驻车制动手控阀结构有何特点?

汽车的驻车制动靠装在后桥的弹簧制动气室推动后轮制动器的凸轮转动产生制动,手控阀控制弹簧制动气室充、放气,实现解除驻车制动或产生制动。手动阀的结构如图3-156所示。

3-641. 汽车驻车制动手控阀是如何工作的?

如图3-156所示,**当手柄处于 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 范围内时**,驻车制动全部解除,车辆处于行车状态;**当手柄处于 73° 锁止位置时**,车辆处于完全制动状态;**当手柄处于检查位置时**,牵引车处于完全制动状态,但挂车处于完全解除制动状态。

当手柄从 73° 向 0° 位置运动时,手柄凸轮向下推动大活塞h,压下平衡弹簧g,推动活塞b下移,排气阀门d关闭,进气阀门e全开,附加阀的进气阀门c打开,f腔内压缩空气进入a腔,

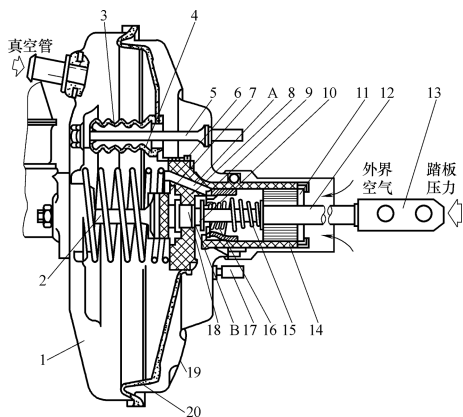


图 3-154 真空助力器结构示意图

- 1—伺服气室前壳体 2—制动主缸推杆 3—密封圈
4—膜片回位弹簧 5—导向螺栓 6—控制阀
7—橡胶反作用盘 8—膜片座 9—真空阀 10—空气阀
11—过滤环 12—控制阀推杆 13—调整叉
14—毛毡过滤环 15—控制阀推杆弹簧 16—阀门弹簧
17—螺栓 18—控制阀柱塞 19—伺服气室后壳体 20—伺服气室膜片

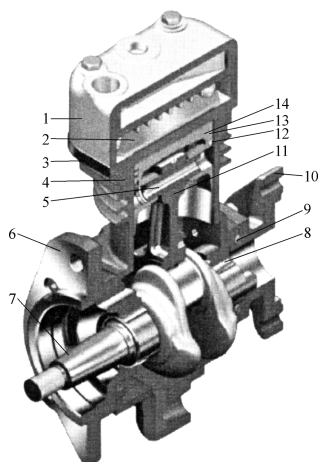


图 3-155 单缸空气压缩机

- 1—气缸盖 2—限位板 3—阅板 4—气缸体
5—活塞销 6—前法兰 7—曲轴 8—轴承
9—密封圈 10—转向油泵支架 11—连杆
12—油环 13—气环 14—活塞

然后分成两路：一路经 21 口进入弹簧制动气室，解除牵引车驻车制动；一路经 22 口进入挂车制动阀，解除挂车驻车制动。**当手柄处于 $0^\circ \sim 10^\circ$ 范围内时**，汽车驻车制动处于完全解除状态。

当手柄从 0° 向 55° 和 73° 运动时，大活塞 h、平衡弹簧 g、平衡活塞 b 向上运动，排气阀门 d 打开，进气阀门 e 关闭，附加阀进气阀门 c 关闭。输出气压 P_{21} 、 P_{22} 随手柄转角增加而呈线性下降直至为零。当手柄处于 $55^\circ \sim 73^\circ$ 范围时，整个汽车处于全制动状态；当手柄处于 73° 时，手柄被锁死。

当手柄从 73° 到达 82° 检查位置时，附加阀门的进气阀门 c 打开，解除了挂车的制动作用，这时可检查汽车是否可以只在牵引车的驻车制动作用下具有停坡能力。放松手柄时，手柄又自动回到停车制动锁止位置。

3-642. 组合制动气室结构有何特点？

组合制动气室由膜片制动气室和弹簧制动气室两部分组成，两部分相对独立，如图 3-157 所示。膜片制动部分用于行车制动，弹簧制动部分用于驻车制动和应急制动。

3-643. 组合制动气室是如何工作的？

当手控阀手柄处于驻车位置时，进气阀关闭、排气阀开启，弹簧制动气室与大气接通，活塞在储能弹簧的作用下靠近膜片制动气室，推出推杆而产生驻车制动力。当手控阀手柄处于行车位置时，排气阀关闭、进气阀开启，压缩空气经手控阀进入弹簧制动气室，推动活塞远离膜片制动气室，膜片制动气室的推杆和膜片在回位弹簧的作用下回位，解除驻车制动。但为克服储能弹簧的弹力，制动系统的气压必须达到规定值，所以汽车起步前必须给储气筒充气。驻车制动解除后，受行车制动阀上腔阀门控制的膜片制动气室恢复正常工作，即充气产生制动，排气解除制动。

当行车制动系统不能正常工作时，可利用手控阀应急功能而低速行车。手控阀手柄从行车位置向驻车制动位置转动不同角度（ $12^\circ \sim 73^\circ$ ），弹簧制动气室排出部分压缩空气，活塞在储能弹簧作用下向膜片制动气室移动一定距离，此时后轮制动器产生对应的制动力。当松开手柄时，弹

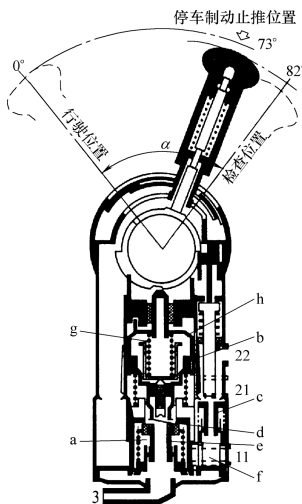


图 3-156 驻车手动阀结构原理

a、f—腔 b—平衡活塞 c—附加阀进气阀门
d—排气阀门 e—进气阀门 g—平衡弹簧
h—大活塞

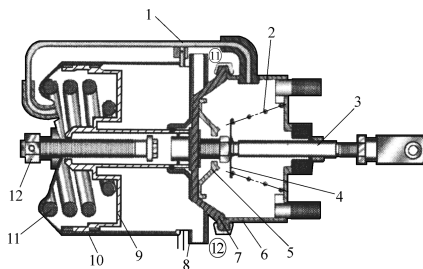


图 3-157 组合制动气室结构

1—通气管 2—回位弹簧 3—推杆 4—弹簧座
5—推盘 6—端盖 7—膜片 8—隔板 9—活塞
10—弹簧制动腔 11—储能弹簧 12—放松螺栓
⑪、⑫—接口

簧制动气室立即恢复最初气压，完全解除制动。

当弹簧制动气室不能建立起足够的气压，但又需解除驻车制动移动车辆时，可操作弹簧制动室端部的放松螺栓。螺栓穿过活塞中心孔并通过螺纹安装在弹簧制动气室的壳体上，在拧出螺栓的过程中，螺母会带动活塞逐渐远离膜片制动气室而解除制动。若需驻车制动力，必须将放松螺栓完全拧入弹簧制动气室。

3-644. 组合制动气室内部结构有何特点？

组合制动气室内部组件结构如图 3-158 所示。

3-645. 东风货车的排气制动是如何工作的？

东风系列货车的辅助制动系统采用排气制动形式，其结构如图 3-159 所示。闭合排气制动开关 2，电磁阀 7 接通，储气筒的压缩空气经电磁阀 7 进入操纵气缸 8，从而推动排气制动的蝶阀 9 转动而关闭排气管，增加发动机转动的阻力，以减轻汽车在下长坡时因频繁使用行车制动而出现制动器热衰退现象，延长摩擦片的使用寿命。东风 EQ1118GA 的排气制动采用电控气操纵控制方式，控制电路中设置了加速开关和离合器开关，使驾驶人在踩加速踏板和离合器踏板时，能自动解除排气制动，以防止出现错误操作。

3-646. 东风 EQ2102 越野车排气制动系统的结构有何特点？

排气制动系统主要由排气制动开关、排气制动电磁阀和排气制动阀等组成。

东风 EQ2102 越野车排气制动系统的气路如图 3-160 所示。工作时空气由压缩机 1 加压进入空气干燥器 3，在这里冷凝干燥后进入湿储气筒 5，再经过四回路保护阀 4 和排气制动电磁阀 12 进入排气制动阀 11。排气制动阀工作缸活塞受压缩空气的压力移动，带动推杆，推杆带动排气制动蝶阀，蝶阀转动将排气管关闭。

3-647. 东风 EQ2102 越野车排气制动系统的电路如何？

东风 EQ2102 越野车排气制动系统的电路电流由蓄电池经过 200A 熔丝和点火钥匙开关后，

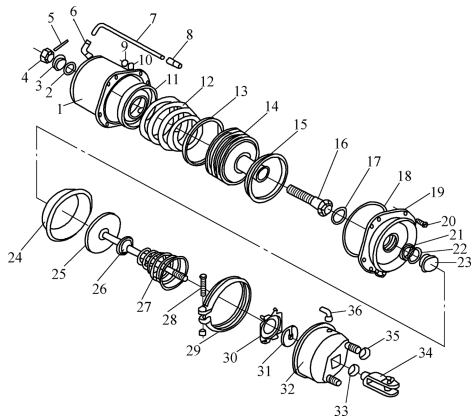


图 3-158 组合制动气室的零件

1—弹簧制动腔 2、17、18、22—O 形密封圈 3—止推环 4、9、33、35—螺母 5—三槽销 6、36—橡胶管接头 7—通气管 8、20、28—螺栓 10—垫片 11—保护套 12—储能弹簧 13—导向环 14—活塞 15—Y 形密封圈 16—放松螺栓 19—隔板 21—导向环 23—锥盘 24—膜片 25—推盘 26—弹簧座 27—回位弹簧 29—卡箍 30—衬垫 31—塑料垫圈 32—端盖 34—推杆叉

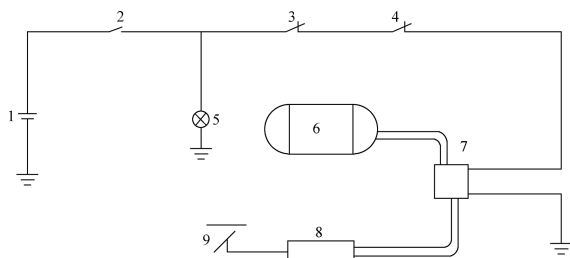


图 3-159 排气制动原理

1—电源 2—排气制动开关 3—加速开关
4—离合器开关 5—指示灯 6—储气筒
7—电磁阀 8—操纵气缸 9—蝶阀

使点火继电器吸引线圈得电，从而使点火继电器常开触点闭合。电流由蓄电池正极→300A 熔丝→点火继电器常开触点→10A 熔丝→离合器开关→排气制动开关→排气制动电磁阀→加速开关→蓄电池负极，排气制动电磁阀工作，并且同时接通排气制动指示灯电路，如图 3-161 所示。

注：控制电路中设置了油门开关和离合器开关，使驾驶人在踩下加速踏板和离合器踏板时，能自动解除排气制动。

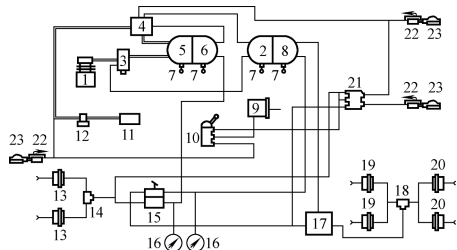


图 3-160 东风 EQ2102 越野车排气制动系统的气路

1—空气压缩机 2—再生储气筒 3—空气干燥器 4—四回路保护阀 5—湿储气筒 6—前桥储气筒 7—放水阀 8—中后桥储气筒 9—弹簧制动气室 10—手控阀 11—排气制动阀 12—排气制动电磁阀 13—前桥气室 14—快放阀 15—串联制动阀 16—气压表 17—继动阀 18—快放阀 19—中桥气室 20—后桥气室 21—挂车控制阀 22—分离开关 23—连接头

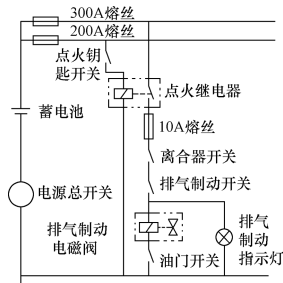


图 3-161 东风 EQ2102 越野车排气制动系统的电路

3-648. 东风 EQ2102 越野车排气制动系统是如何工作的？

1) 正常行车时，排气制动开关处于开的位置，系统不工作。

2) 使用排气制动时，闭合排气制动开关，排气制动电磁阀得电，打开压缩空气的通道，压缩空气进入排气制动阀。排气制动阀工作缸活塞受压缩空气的压力移动，带动推杆，推杆带动排气制动蝶阀，蝶阀转动将排气管关闭。故当采用排气制动时，发动机活塞在发动机排气行程时，活塞受气体的反压力，经过曲轴和传动系统传至车轮，增加了车轮的转动阻力，降低了车速。

当排气歧管内压力达到一定的值后，会克服气门弹簧的阻力，打开排气门，压缩空气进入气缸，由进气管排出，以保证排气歧管内的压力不会继续升高。此时发动机会发出一种较特殊的声音。



音，此声音对发动机无害。

3) 当踩下离合器踏板、加速踏板或变速器不是处于空档时，排气制动电磁阀电路不通，无法打开压缩空气的通道，所以没有压缩空气进入排气制动阀，系统不工作。

3-649. 防抱死制动系统 (ABS) 是如何工作的?

防抱死制动系统主要由 ABS 控制器 (包括电子控制单元、液压控制单元和液压泵等)、四个车轮转速传感器、ABS 故障警告灯、制动警告灯等组成。

汽车在制动过程中，车轮转速传感器不断地将车轮的转速信号及时输送给 ABS 电子控制单元 (ECU)，ABS 的 ECU 根据预先设置的控制逻辑对四个车轮的转速传感器输入的信号进行处理，计算出汽车的参考车速、减速度，以确定各车轮的滑移率。如果某一车轮的滑移率超过了设定值，ECU 就发出指令给液压控制单元，减小该车轮轮缸的制动压力；反之，则增大该车轮轮缸的制动压力；如果某一车轮的滑移率接近于设定值，控制单元即发出指令给液压控制单元，使该车轮轮缸的制动压力保持一定值，从而使各车轮的滑移率保持在理想的范围内，发挥车轮与地面之间的附着力，使制动性能保持最佳状况。

3-650. ABS 有哪几种布置形式?

ABS 能够独立进行制动压力调节的制动管路称为控制通道。按照控制通道的数目和传感器的数量，ABS 大致可分为以下几种布置形式。

- 1) 1 通道、1 传感器 ABS。
- 2) 2 通道、2 传感器 ABS。
- 3) 3 通道、4 传感器或 3 传感器 ABS。
- 4) 4 通道、4 传感器 ABS。

各种 ABS 具有不同的性能和成本，设定 ABS 的最佳构成需要在制动性能和成本之间进行协调如图 3-162 所示为 4 通道、4 传感器 ABS 的结构示意图。

3-651. 气压制动 ABS 组成如何?

气压制动 ABS 是在常规气压制动系统的基础上，增设一个电子控制系统，其组成如图 3-163 所示。

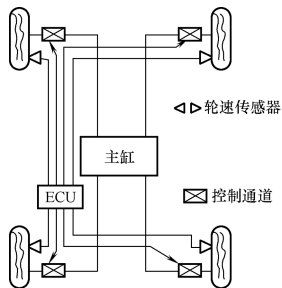


图 3-162 4 通道、4 传感器
ABS 的结构示意图

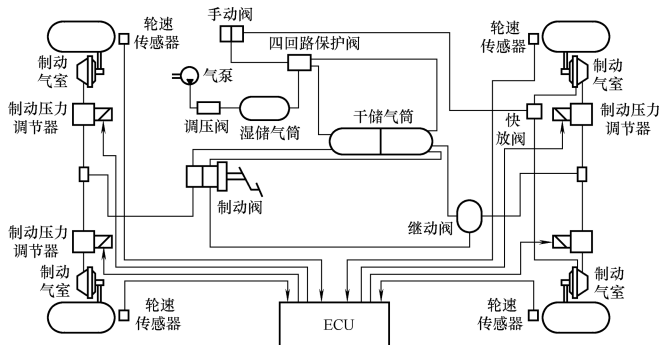


图 3-163 气压制动 ABS 的组成

3-652. 货车气压制动 ABS 是如何工作的?

ABS 由信号传感元件、中央处理器和执行原件及警告指示灯等组成，其工作原理如图 3-164 所示。信号传感系统由固定在轮毂上的齿圈、传感器和导线组成。传感器固定在轮毂支架上，它与齿圈构成一组信号传输系统。当车轮旋转时，传感器将检测到的与转速同步的脉冲信号输送给



中央处理器,如图 3-165 所示。

中央处理器将输入的转速信号进行处理,当车辆制动时,它随时控制 ABS 电磁阀,通过 ABS 电磁阀不断地调整制动轮缸的气压值。当制动气压较大,车轮开始趋于“抱死”时,中央处理器立即通过电磁阀放气,降低制动轮缸的气压,使车轮时刻保持在“滑滚边缘”的最佳制动状态。

警告指示系统由中央处理器和 ABS 警告灯组成。它不仅可以指示 ABS 工作是否正常,而且可根据指示灯不同的闪亮方式来指示 ABS 的故障部位。

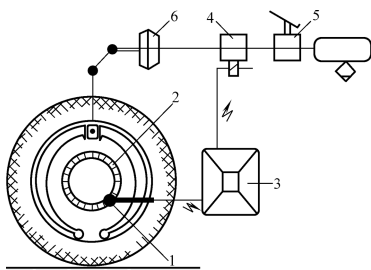


图 3-164 ABS 工作原理图示

- 1—传感器 2—齿圈 3—中央处理器 (ECU)
4—ABS 电磁阀 5—主制动阀 6—制动气室

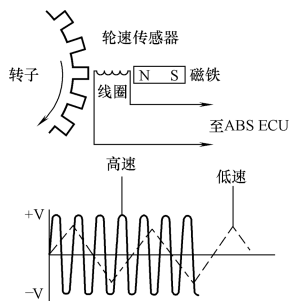


图 3-165 信号传感器工作原理

3-653. ABS 电子/电气部件结构有何特点?

捷达 ABS 电子/电气部件如图 3-166 所示。

3-654. 电子驻车 (EPB) 系统的组成部件有哪些?

电子驻车系统组成如图 3-167 所示。

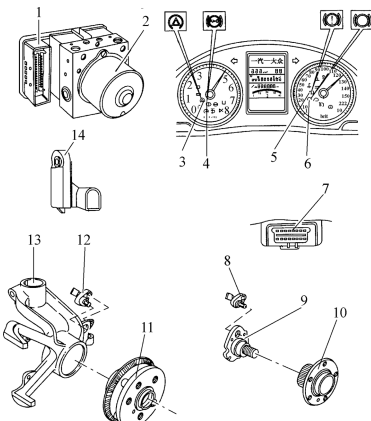


图 3-166 ABS 电子/电气部件

- 1—ABS 控制单元 J04 2—ABS 液压单元 N5 3—ASR 指示灯 K155 4—ABS 指示灯 K47 5—制动系统指示灯 K118 6—制动摩擦片指示灯 K32 7—诊断接口
8—右后/左后转速传感器 G44/G46 9—轮毂轴
10—带轴承和齿圈的轮毂 11—带齿圈的轮毂
12—右前/左前转速传感器 G45/G47 13—车轮轴承壳体 14—制动信号灯开关

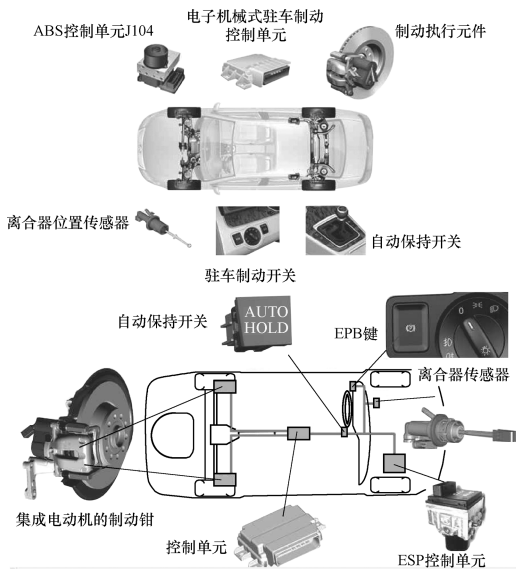


图 3-167 系统组成

3-655. EPB 系统是如何工作的?

要想实现驻车制动功能,就必须将驱动电动机的旋转运动转换成制动活塞的一个非常小的直线往复运动。

这就需要斜轴轮盘机构与螺杆驱动相结合才能实现这个功能。



这个运动转换过程分为三步来进行：

第一步是“慢减速”（1:3），这一步由电动机-齿轮机构输入端上的同步带来完成。

第二步由斜轴轮盘机构来实现。齿轮机构的输出端减速系数可达 147（与电动机的转速相比）。

第三步通过一个螺杆来驱动制动活塞，这样就将旋转运动转换成往复直线运动了。螺杆直接由斜轴轮盘机构来驱动。制动活塞内装有一个气缸，该气缸可在轴向滑动。两个平面可防止气缸转动。在气缸尾部加粗的部分上装有一个压紧螺母，螺杆的旋转运动会带动压紧螺母在螺杆上进行移动，电动机的转动圈数由一个霍尔传感器来测量，于是活塞的往复直线运动就可由控制单元计算出来，如图 3-168 所示。

驻车制动器拉紧：螺母在螺杆上向前运动，于是气缸与活塞接触，气缸和活塞都被压靠在制动盘上。

驻车制动器松开：螺母在螺杆上向前运动向回旋转，于是气缸卸荷，密封圈在恢复原状时会将活塞向回推，于是就松开了制动盘，如图 3-169 所示。

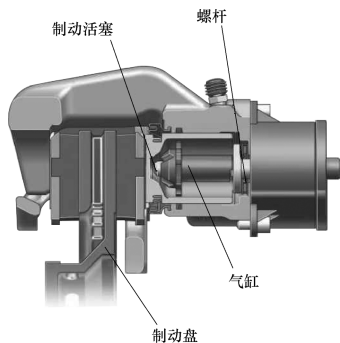


图 3-168 通过一个螺杆来驱动制动活塞

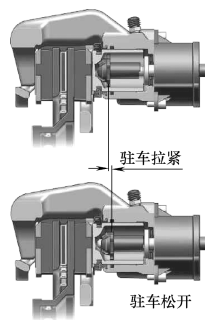


图 3-169 驻车制动器拉紧、松开

3-656. 制动失效故障如何排除？

(1) **故障现象** 汽车在行驶中使用制动时不能减速，连续踏下制动踏板时各车轮不起制动作用。

(2) **故障原因**

- 1) 制动主缸内无制动油液或缺少制动油液。
- 2) 制动主缸内皮碗破损或踏翻。
- 3) 制动油管破裂或接头漏油。
- 4) 某机械连接部位脱开。

(3) **故障的判断与排除**

- 1) 连续踩下制动踏板不升高，同时感到无阻力，应先检查主缸是否缺油，再检查油管和接头有无破损之处，如有应修理或更换。
- 2) 若无漏油之处，应检查各机械连接部位有无脱开，如有应修复。
- 3) 若主缸推杆防尘套处严重漏油，大多是主缸皮碗严重损坏或踏翻所致；若车轮制动鼓边缘有大量油液，则是轮缸皮碗损坏或顶翻所致。

3-657. 制动反应迟缓故障如何诊断？

(1) **故障现象** 汽车行驶中，将制动踏板踩到底后不能立即停车，制动减速度小，制动距离长。

(2) **故障原因**



1) 制动主缸油液不足或变质;活塞与缸壁磨损严重,配合松旷;补偿孔和旁通孔堵塞;主缸阀门损坏。

2) 制动鼓磨损失圆、过薄变形或有沟槽;制动摩擦片有油污、硬化或铆钉外露;制动鼓与制动蹄接触面积过小;制动间隙过大。

3) 制动管路中渗入空气,油路不畅通,制动油液变质。

(3) 故障的判断与排除

1) 踏板位置踩下很低,制动效果差;连续数次踩下踏板后,踏板高度才渐升起,并有弹性感。这主要是管路中有空气,应予排除。

2) 踩下踏板,位置高度正常,但制动效果差。这大多是车轮制动鼓失圆,制动蹄接触不良、硬化、油污或铆钉外露等因素所致,应予以检修排除。

3) 连续踩下踏板,踏板位置能升高,但不能保持,有下沉感觉。这说明制动系统中有漏油处或主缸关闭不严,应检修。

4) 连续踩下踏板,踏板位置高度升高,制动效果好转。这可能是踏板自由行程太大或制动间隙过大,或主缸回油阀关闭不严所致。应调整踏板自由行程或制动间隙,必要时检查主缸回油阀,若有损坏应更换。

5) 连续数次踩踏板,踏板位置不能升高。这一般是制动主缸补偿孔或旁通孔堵塞所致,应检查疏通;或油液质量差,易受热蒸发导致严重亏缺。

3-658. 制动跑偏故障如何诊断?

(1) **故障现象** 汽车制动时,左、右车轮制动力不等或制动生效时间不一致,导致汽车向制动力较大或制动作用较早一侧行驶,紧急制动时出现掉头或甩尾现象。

(2) 故障原因

1) 左、右车轮制动间隙大小不一致;或接触面积相差太大;或摩擦片材料、质量不一样。

2) 左、右制动鼓内径相差过多;或回位弹簧拉力相差太大;或轮胎气压高低不一样。

3) 个别车轮摩擦片有油污、硬化或铆钉外露;或轮缸内活塞运动不灵活,皮碗发胀或油管堵塞;或制动鼓失圆,单边管路凹瘪或有气阻。

4) 车架变形;前轴外移;前、后轴不平行;两前钢板弹簧弹力不一样。

(3) 故障的判断与排除

1) 汽车行驶中使用制动,汽车向左偏斜,即为右轮制动性能差;反之则为左轮制动性能差。

2) 制动停车后,察看轮胎在路面上的拖印情况,拖印短或没有拖印的车轮即为制动有故障的车轮。

3) 查出有故障的车轮后,先检查该车轮制动管路是否漏油,轮胎气压是否充足。如果正常,检查制动间隙是否合乎规定,不符时予以调整;与此同时,结合排除轮缸里的空气。若仍无效,应拆下制动鼓,按原因逐一检查各件,特别是制动鼓的尺寸和精度等。

经上述检修后,若各车轮拖印基本符合要求,但制动仍跑偏,则故障不在制动系统,应检查车架或前轴的技术状况;如果出现忽左忽右的跑偏现象,则应检查前束或直、横拉杆球头销是否松旷。

3-659. 制动拖滞故障如何排除?

(1) **故障现象** 在行车制动中当抬起制动踏板时,全部或个别车轮仍有制动作用,致使车辆起步困难,行驶阻力大,制动鼓发热。

(2) 故障原因

1) 制动踏板没有自由行程或回位弹簧过软、折断。



- 2) 踏板轴锈滞、发卡而回位困难。
- 3) 主缸皮碗、皮圈发胀, 活塞变形或被污物粘住。
- 4) 主缸活塞回位弹簧过软或折断。
- 5) 制动间隙过小; 制动蹄回位弹簧过软、失效, 制动蹄在支承销上不能自由转动。
- 6) 制动轮缸皮碗胀大, 活塞变形或被污物粘住。
- 7) 制动管路凹瘪、堵塞, 导致回油不畅。
- 8) 制动油液太脏、黏度太大, 回油困难。

(3) 故障的判断与排除

1) 汽车行驶一段路程后, 用手抚摸各制动鼓, 若全部发热, 说明故障在制动主缸; 若个别车轮发热, 则故障在该车轮制动轮缸。

2) 若故障在制动主缸, 应先检查踏板自由行程。如果无自由行程, 一般为主缸推杆与活塞的间隙过小或没有间隙, 应调整。如果自由行程符合标准, 则应拆下主缸储油室加油螺塞, 踩下踏板慢慢回位, 看其回油状况。若不回油, 则为回油孔堵塞; 若回油缓慢, 则为皮碗、皮圈发胀或回位弹簧无力, 或是油液太脏、黏度太大。此时, 应检查油液清洁度。若油液清洁、黏度适当, 则应检查主缸, 同时检查踏板回位弹簧是否良好无损, 必要时进行修理或更换。

3) 若故障在制动轮缸, 可顶起有故障的车轮, 旋松制动轮缸放气螺钉。如果制动液随之急速喷出, 车轮也立即旋转自如, 说明管路堵塞, 轮缸不能回油, 此时应疏通油管。如果旋转车轮仍有拖滞, 可检查制动间隙和回位弹簧, 若正常, 应拆检制动轮缸, 必要时应更换活塞、皮碗。

3-660. 气压制动装置常见故障如何判断与排除?

气压制动装置常见故障的判断与排除见表 3-4。

表 3-4 气压制动装置常见故障判断与排除

现象	原因	排除
制动效能差	制动蹄片和制动鼓间隙过大	调整间隙
	摩擦片老化、破裂、脱落	更换
	制动蹄片上有油污	擦拭干净
	制动蹄片脱落	更换制动摩擦片时采用 $\phi 10 \times 22$ 铜铆钉铆接
制动单边	左右车轮制动摩擦片材质不一	采用材质相同的摩擦片
	左右车轮摩擦片和制动鼓间隙不一样	调整间隙
	摩擦片有油污, 摩擦片硬化, 铆钉外露	擦拭干净
	制动气室推杆弯曲变形、膜片破裂, 各车轮的制动蹄回位弹簧弹力相差太大	更换膜片或回位弹簧
	制动鼓失圆	镗销制动鼓
制动拖滞	制动气室推杆伸出过长或弯曲被卡死, 制动蹄回位弹簧折断或太软	调整或更换
	制动摩擦片和制动鼓的间隙太小	调整蹄片间隙
	前制动蹄支承销锈死	拆卸前轮制动蹄, 打磨蹄销轴、铜套, 并加入少量锂基润滑脂
制动无力、制动鼓发烫	道路的影响	多采用发动机排气制动来达到减速的目的
	驾驶操作不当	均衡地使用制动器
	制动器间隙过小	调整制动器间隙
	制动鼓变形	镗削制动鼓
	制动蹄回位弹簧松软、断裂	更换回位弹簧
	前制动蹄锈死	拆卸前轮制动蹄, 打磨蹄销轴、铜套, 并加入少量锂基润滑脂



(续)

第三章

现象	原 因	排 除
制动发咬	制动踏板无自由行程	检查气路或调整主制动阀拉杆
	制动凸轮轴烧死、卡住, 回位阻力大, 制动回位弹簧太软、折断	更换
	制动蹄和制动鼓间隙太小	调整间隙
	前制动蹄锈死	打磨蹄销轴、铜套, 并加入少量锂基润滑脂
制动噪声	制动蹄轴弯曲变形	更换制动蹄
	蹄片磨损严重, 铜铆钉头露出蹄表面	更换新制动摩擦片
	制动摩擦片的摩擦材料不好或摩擦片烧损后表面过硬	用酒精擦洗蹄片表面油污, 用粗砂纸打磨
	制动蹄片铆钉松动	更换铆钉, 注意铆合质量
	制动鼓内表面磨损不均匀, 圆柱度过大	在专用车床上车削制动鼓

3-661. 如何调整驻车制动器?

如果后制动器是自动调整间隙式鼓式制动器, 则不需要调整驻车制动器, 只有在更换驻车制动拉索、制动蹄片总成或制动轮缸时, 才需要调整驻车制动器。调整按以下步骤进行。

- 1) 松开驻车制动器。
- 2) 用力踩踏制动踏板一次。
- 3) 将驻车制动器手柄拉起 4 个棘齿。
- 4) 拧紧调整螺母, 如图 3-170 所示, 直至两个车轮用手转不动为止。
- 5) 松开驻车制动器, 检查两个后轮是否转动自如。

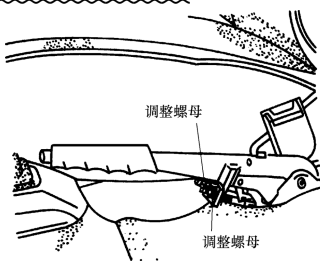


图 3-170 拧紧调整螺母

3-662. 真空助力器工作情况如何检查?

说明: 检查时, 应确保液压管路内无空气。

- (1) **检查气密性**
 - 1) 起动车辆。
 - 2) 发动机运行 1~2min 后, 关闭发动机。
 - 3) 用相同的一般制动力踩制动踏板几次, 并观察踏板行程。如果第一次踏板下沉很深, 第二次和第三次踩下踏板时, 其行程减小, 表示气密形成。
 - 4) 如果踏板行程不变, 表明气密并未形成。
- (2) **检查工作情况**
 - 1) 发动机停止运转后, 用相同的力踩制动踏板几次, 确认踏板行程未改变。
 - 2) 起动车辆的同时, 踩制动踏板。如果踏板行程有少许增大, 则表明操作良好。但是如踏板行程无变化, 则表明有故障。
- (3) **负荷条件下气密性检查**
 - 1) 在发动机运转的同时, 踩制动踏板, 然后让发动机停止运转, 而制动踏板仍保持踩下状态。
 - 2) 让制动踏板保持踩下状态 30s, 如果踏板高度不发生变化, 则表明气密性良好。如踏板升高, 则表明有问题。



3-663. 东风货车制动间隙如何局部调整?

局部调整指只改变蹄片的初始张角的调整。在汽车使用过程中,随着摩擦片及制动鼓的磨损而引起制动间隙的增大,气压制动的制动室推杆行程超过 40mm,制动性能变坏时,需进行局部调整。EQ1118GA 制动蹄片间隙局部调整步骤如下。

- 1) 顶起车桥,使车轮能自由转动。
- 2) 先顺时针转动蜗杆轴使制动蹄与制动鼓之间的间隙消除,如图 3-171 所示。
- 3) 再逆时针转动蜗杆轴使制动蹄与制动鼓达到规定间隙(一般为 3~5 响),制动室的推杆行程应在 15~35mm。

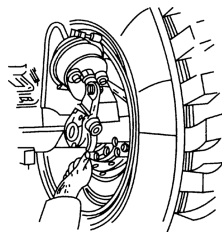


图 3-171 转动蜗杆

3-664. 东风货车制动间隙如何全面调整?

全面调整指既改变蹄片的初始张角,又改变蹄片两端间隙分配或两蹄片间隙分配的调整。在更换制动蹄,重新加工制动鼓后,或因拆卸制动器破坏制动蹄与制动鼓间隙时,需对制动器进行全面调整。EQ1118GA 制动蹄片间隙全面调整步骤如下。

- 1) 顶起车桥,使车轮能自由转动。
- 2) 拧松制动室支架与制动底板的紧固螺母。
- 3) 顺时针拧紧调整蜗杆轴,使两个制动蹄均与制动鼓完全贴合,然后拧紧制动室支架紧固螺母。其主要目的是找到凸轮轴的最佳位置,使两蹄片的间隙分配更合理,以产生更好的制动效果。
- 4) 逆时针转动蜗杆轴 1/2~2/3 圈(调完后一定要使锁止套弹出将蜗杆轴锁止),此时制动蹄中部与制动鼓之间的间隙为 0.7mm,制动鼓应能自由转动,不与任何零件擦碰。若支承销是偏心的制动器,调整支承销可以使同一蹄片两端的间隙重新分配,以增大制动蹄与制动鼓的接触面积,增强制动力。

3-665. 东风货车制动间隙如何自动调整?

东风天锦和天龙的制动器一般装有自动调整臂,如图 3-172 所示。当摩擦片磨损、间隙超过设定值时,能自动调小制动蹄和制动鼓之间的间隙,以减少保养时间、保证行车安全。正常工作时,**每行驶 10000km 从滑脂嘴处加注润滑脂,检查并拧紧连接叉紧固螺母。每行驶 20000km 检查一次反向调整力矩**,即按逆时针方向转动蜗杆轴力矩(重复试验三次)。若力矩均小于 $26\text{N} \cdot \text{m}$ 时,则必须更换调整臂。检查制动器各零件总成在使用过程中回位是否顺畅,有无发卡现象。当需更换新蹄片时,应通过旋转蜗杆轴,使凸轮轴处于最小张开位置。换完摩擦片后在整车 300~400Pa 气压范围内踩制动踏板 30~40 次以保证制动器最小间隙。在车辆使用过程中,随着磨合,蹄片间隙会不断自动调整,直至稳定在设计预留间隙范围内。

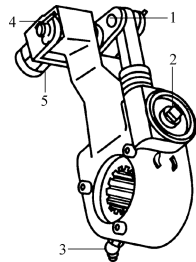


图 3-172 自动调整臂

1—小轴销 2—蜗杆轴 3—滑脂嘴
4—连接叉 5—锁紧螺母

3-666. 如何检查、调整制动踏板的自由行程?

- 1) 关闭发动机,踩几次制动踏板,放出真空助力器内的存留真空。



- 2) 用手压下制动踏板, 当感到有阻力时的压下距离即为自由行程, 其规定值为 $3 \sim 6\text{mm}$ 。
- 3) 如果自由行程达不到要求值, 应调整真空助力器推杆与制动主缸的间隙。
- 4) 调整步骤。

①松开锁止螺母。②转动制动踏板推杆直到踏板高度正确。③上紧锁止螺母。④调整好踏板高度之后, 检查踏板自由行程, 如图 3-173 所示。

提示: 当用大拇指轻轻按压制动踏板时, 制动踏板的运动在以下两个阶段应发生变化。

第一阶段: U 形夹销和转轴销松动。

第二阶段: 推杆刚好在液压升高前运动。

第一、二阶段的总运动量即为制动踏板的自由行程。调整制动踏板的高度时, 制动踏板的自由行程便会得到自动调整。**注意: 制动踏板每隔 10000km 或 6 个月检查一次。**

3-667. 如何检查后鼓式制动器?

- 1) 测量捷达轿车制动鼓内径, 如图 3-174 所示。标准内径为 180mm , 使用极限为 181mm 。

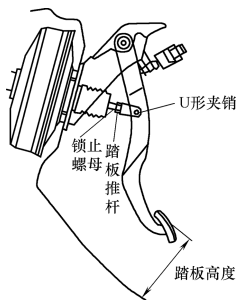


图 3-173 调整制动踏板自由行程

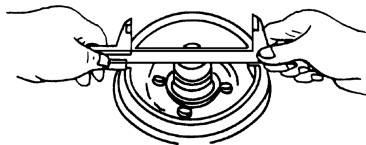


图 3-174 测量制动鼓

如果制动鼓内径在使用后出现划痕及沟槽时, 可在车床上将制动鼓内径镗削加工, 其加工量最大不得超过 2mm ; 制动鼓内圆柱面径向圆跳动量应不大于 0.15mm , 应平整无毛刺; 制动鼓有裂纹应更换。

- 2) 测量摩擦片的厚度, 如图 3-175 所示。使用极限为 2mm 。

3) 检验制动摩擦片和制动鼓是否接触良好, 如图 3-176 所示。**注意: 鼓式制动器每 20000km 或 1 年更换或检查一次。**

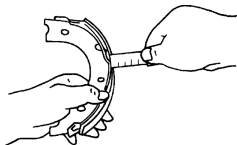


图 3-175 测量摩擦片厚度

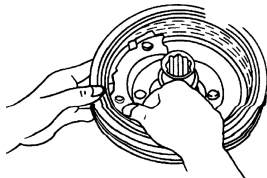


图 3-176 检验制动摩擦片和制动鼓

3-668. 如何检修长安之星 ABS 液压单元?

(1) 电磁阀检查

1) 关闭点火开关。2) 从托架上拆下插头。3) 断开电磁阀插头。4) 如图 3-177 所示, 用万用表检查 ABS 液压单元端子间电阻、各端子与液压单元壳体之间是否短路。各端子之间标准电阻值。①端子 1 与 12、端子 3 与 12、端子 4 与 12 的电阻为 $6.0 \sim 14.5\Omega$ 。②端子 5 与 12、端子 7 与 12、端子 8 与 12 的电阻为 $3.2 \sim 7.2\Omega$ 。③端子 9 与 13 的电阻为 $26 \sim 40\Omega$ 。④各端子和 ABS 液压单元壳体之间电阻为无穷大。如果检测的数据不符合标准值, 说明电磁阀损坏, 应更换 ABS 液压单元。



(2) ABS 泵电动机检查

1) 关闭点火开关。2) 拆下电动机插头。3) 如图 3-178 所示, 用万用表测量 ABS 泵电动机的电阻。标准值为: ①电动机端子之间电阻应小于 1Ω 。②端子和电动机壳体之间的电阻应在 $1M\Omega$ 以上。4) 将蓄电池正极连接到 ABS 泵电动机接头端子 9 上, 蓄电池负极连到端子 10 上, 如图 3-179 所示。然后检查能否听到电动机工作声, 如果没有电动机工作的声音, 说明 ABS 泵电动机有故障应更换 ABS 泵电动机。

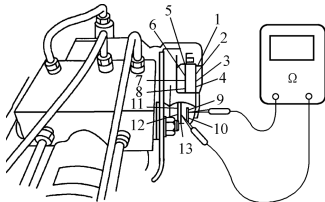


图 3-177 检查 ABS 液压单元电磁阀

1 ~ 13—液压单元的端子

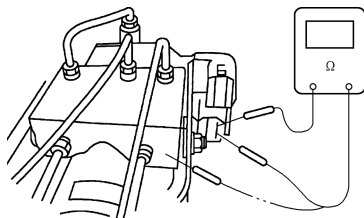


图 3-178 用万用电表测量 ABS 泵电动机的电阻

(3) ABS 电磁阀继电器/ABS 泵电动机继电器的检修

- 1) 从蓄电池上断开负极电线。
- 2) 从支架上拆下电磁阀继电器或 ABS 电动机继电器, 如图 3-180 所示。

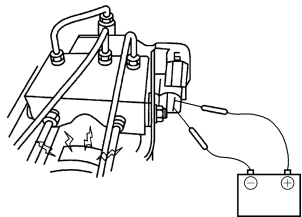


图 3-179 ABS 泵电动机通电试验

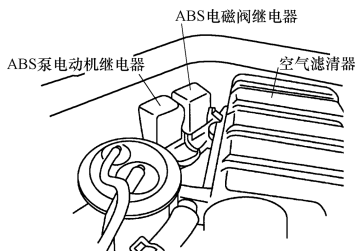


图 3-180 拆下电磁阀继电器

3) 如图 3-181 所示, 用万用表检查两接线柱之间的电阻, 其中端子 1 和 3 电阻应为 $70 \sim 90\Omega$, 端子 2 和 5 应导通, 端子 4 和 5 应断路。

4) 将蓄电池连到端子 1 和 3 上, 然后检查相关端子的电阻是否一致, 其中端子 2 和 5 间应断路, 端子 4 和 5 间应导通。

5) 如果检测的结果不符合上述规定, 则更换继电器。

3-669. 如何调整、检查哈飞微型车的感载比例阀?

质心高度与轴距的比值较小的汽车, 在制动时前后轮间载荷转移较小。在这种情况下, 只采用限压阀, 将使后轮制动力远小于后轮附着力, 即附着力的利用率太低, 不能满足制动力尽可能大的要求。因此, 需采用比例阀或采用其特性随汽车轴载质量变化而改变的感载比例阀, 来使汽车前后轮的附着力得到充分利用, 从而提高制动效果。

哈飞微型车感载比例阀检查与调整步骤如下。

- 1) 把汽车置于平地上。
- 2) 用手向上推动 LSPV 杆直到其停止。拉出螺旋弹簧时, 测量其长度, 如图 3-182 所示。
- 3) 弹簧长度 L 应符合下述规定: $L = 243\text{mm}$ 。

注意: 测量弹簧长度时, 不得踩动制动踏板。

4) 如弹簧长度不符合规定。应通过改变调整螺栓 4 的位置, 将其调节到规定的尺寸。调节后, 按规定力矩拧紧螺栓 4。拧紧力矩为 $20\text{N} \cdot \text{m}$ 。

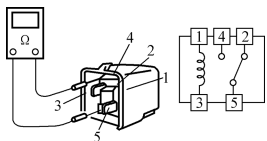


图 3-181 继电器电阻的测量

1~5—端子

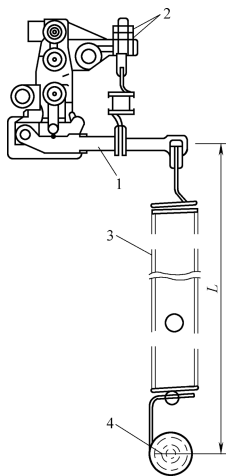


图 3-182 感载比例阀的检查与调整

1—LSPV 杆 2—螺母 3—弹簧 4—调整螺栓 L—弹簧长度

注意：检查确保 LSPV 座和制动管接头不漏液。如有泄漏，应更换损坏元件。

3-670. 如何检查、调整东风货车车轮制动器间隙？

制动鼓应无裂纹，磨损沟槽超过 0.05mm 或圆度超标应镗削，厚度不符合要求时应更换。制动气室支架及底板孔中的衬套，如发现有松动现象或磨损超过极限，应更换衬套。制动蹄片表面应清洁干燥，无油污、烧蚀、裂纹和铆钉松动现象，磨损后蹄片不得低于极限厚度，铆钉头应低于蹄片表面 1mm 以上，否则更换制动蹄片。**车轮制动器的调整，是在制动蹄摩擦片磨损后，为了减小与制动鼓之间的间隙而进行的调整。**

调整方法：取下调整臂的防尘罩，推进调整臂锁止套至露出蜗杆轴的六角头，用扳手转动蜗杆轴，使制动鼓与制动蹄片之间的间隙保持在 0.35~0.65mm 范围内（在防尘罩检查孔处测量）。车轮制动器的调整如图 3-183 所示。为使左、右轮具有相同的制动效果，左、右制动室推杆行程应尽量做到差值最小，不应超过 5mm；**禁止用转动连接叉、改变推杆长度的方法来调整制动器。**

3-671. 如何对制动系统排气、如何选用制动液？

(1) 制动系统排气

1) 将一根软管一端接到排气螺钉上，另一端插入排液瓶，如图 3-184 所示。

2) 两人配合，一人连续踏制动踏板数次，直至踏板再也踏不下去为止，并用力踏住踏板不放，另一人将排气螺栓稍松开，让制动系统内的空气连同一部分制动液一起排出。当制动踏板被踏到底后，立即旋紧排气螺栓。**排气顺序：①右后车轮制动轮缸；②左后车轮制动轮缸；③右前车轮制动轮缸；④左前车轮制动轮缸。**

3) 慢踩快放制动踏板两三次，每次间隔 3~5s，直至制动踏板升至最高位置，此时制动系统内剩余压力一般可达 0.15~2 个大气压。迅速把某轮缸上的放气螺钉旋松 1/3~1/2 转，带有空气泡沫的制动液便排出。反复一两次，直至该轮缸内空气彻底排净。

4) 重复上述过程，直至放出的完全是制动液，容器中制动液里无气泡为止。

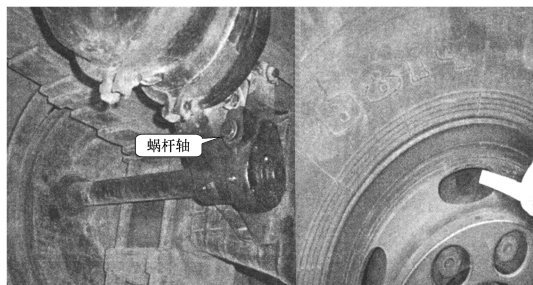


图 3-183 车轮制动器的调整

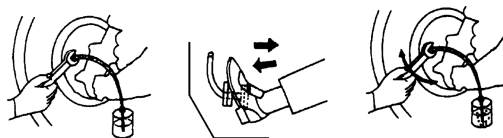


图 3-184 ABS 排气

5) 在排气过程中, 必须观察储液罐内制动液面的高度, 必要时添加制动液。

(2) **制动液的选用** 具有 ABS 的制动系统一般推荐选用 DOT3、DOT4 号制动液。美国运输部 (DOT) 的制动液标准见表 3-5。

表 3-5 制动液的标准

DOT 标准	沸点/℃	吸湿沸点/℃	动力黏度/(mm ² /s)
DOT3	205 以上	140 以上	1500 以下
DOT4	230 以上	155 以上	1200 以下
DOT5	260 以上	180 以上	900 以下

注: 1. 沸点是指制动液中含水量为零时的沸点。

2. 吸湿沸点是指制动液中含水量为 3.5% 时的沸点。

3. 动力黏度是指在 -40℃ 下测得的黏度。

(3) **制动液更换周期** 具有 ABS 的制动系统每隔 12 个月更换一次制动液。

(4) **制动液的液位** 制动液储液罐一般刻有液位标记, 制动液液面应在允许最高液面 (MAX) 与最低液面 (MIN) 之间。

(5) **制动液的添加** 若制动液液面低于储液罐中的最低液面, 应向储液罐补充新的、同型号的制动液。

3-672. 大众奥迪 A6 ABS 结构有何特点?

奥迪 A6 系列轿车 ABS 中的电子控制单元 J104、液压调节单元 N55 (图 3-185 所示虚线框)、继电器盒单元 (图 3-185 所示虚线框, 内装 J105 与 J106 两只继电器, VD1 与 VD2 两只二极管和 C1 电容器) 与回流泵电动机均集成在一起, 成为一个整体结构, 电子控制单元 J104 安装在一块白色的电路板上, 由一盖子盖着。该组件上还设置了一个有 31 个端子的插座, 通过该插座与外部电路进行连接。插座与继电器盒单元及与电磁阀线圈之间均采用裸铜线点焊方式进行连接。

3-673. 大众奥迪 A6 ABS 电源电路如何控制?

ABS 电子控制电路组件的 15 端子为工作电源电压输入端, 该端子电压来自点火开关, 经 S7 熔断器后得到的。输入的是 12V 的蓄电池电压, 该电压一方面为 J105 与 J106 继电器线圈提供工作电源, 另一方面经 VD2 二极管、R₁ 电阻器限流、VDW 稳压二极管稳压为 5V 后作为各部分电路的工作电源。

在这部分电路中, VDW 是一只稳压值为 5V 的稳压二极管, 由于其工作电流较小, 当其损坏后, 可以用任意型号稳压值为 5V 的稳压二极管直接进行代换; C1 为滤波电解电容器, 损坏后可用 50μF/25V 的普通电解电容器代换; VD1 二极管在电路中起续流作用, 为电感元件的自感电动势提供放电回路。

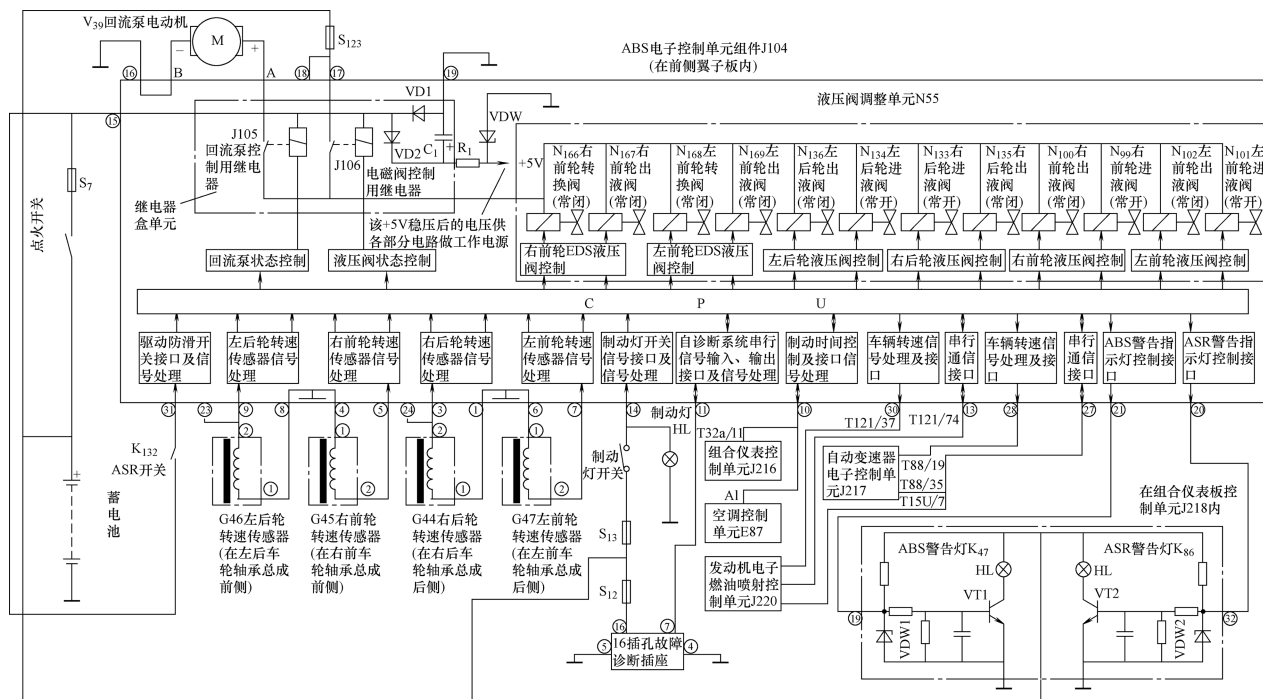


图 3-185 大众奥迪 A6 ABS 系统组成



3-674. 大众奥迪 A6 ABS 液压阀调整单元与其控制继电器如何控制 ABS?

液压阀调整单元主要由左前轮进液阀 N101 (常开) 与出液阀 N102 (常闭)、右后轮进液阀 N133 (常开) 与出液阀 N135 (常闭)、左前轮 EDS 转换阀 N168 (常闭) 与出液阀 N169 (常闭)、右前轮 EDS 转换阀 N166 (常闭) 与出液阀 N167 (常闭)、左后轮进液阀 N134 (常开) 与出液 N136 (常闭)、右前轮进液阀 N99 (常开) 与出液阀 N100 (常闭)、电磁阀电源控制继电器 J106 等组成。

当接通点火开关后, 若电子控制系统自检结果正常, 则 ABS ECU 中的液压阀状态控制电路就会自动将 J106 继电器线圈的下端接地, J106 得电后吸合, 其常开触点闭合后, 蓄电池正极上的 12V 电压就会经 S123 熔断器→ABS 电子控制单元组件→J104 的 17 端子→J106 已闭合的触点, 为上述 12 个液压阀的正极端提供工作电源, 同时也加到回流泵控制继电器 J105 常开触点的下端, 作为回流泵的工作电源。

液压阀调整单元中的这 12 个液压阀的正极端得电后, 它们的负极端受 ABS 电子控制单元组件 J104 内相关电路的控制, 以便进行工作, 实现对车轮制动器的增压、保压、降压的调节, 防止车轮抱死。同时, 自诊断系统还监视各液压阀的工作。

3-675. 大众奥迪 A6 ABS 回流泵电动机与其控制继电器如何工作?

回流泵电动机的负极端通过 ABS 电子控制单元组件 J104 的 10 端子接地, 正极端的工作电源受 ABS 电子控制单元组件 J104 内回流泵状态控制电路的控制。这样, 在车辆行驶过程中, 当踩下制动踏板时, ABS ECU 经过对各个车轮转速传感器检测送来的信号进行计算和判断, 只要有一个车轮即将抱死, ABS 电子控制单元组件 J104 内回流泵状态控制电路就会自动控制使 J105 继电器下端接地。这样, J105 继电器线圈就会得电工作, 其常开触点闭合后, 回流泵电动机就会得电工作, 直到使车轮即将抱死的趋势消除。

3-676. 大众奥迪 A6 ABS 自诊断功能与警告灯电路如何工作?

ABS 警告灯电路设置在组合仪表控制单元 J218 内, 连接在 ABS 电子控制单元组件 J104 的 4 端子上, 受 ABS ECU 中 ABS 警告灯控制电路的控制。ABS 工作时, ABS 电子控制单元组件 J104 内的自诊断系统监视各传感器和执行器的工作情况, 若发现故障就会闭锁 ABS 控制功能, 一方面从其 4 端子输出高电平 (4.5V 左右), 使 VT1 管导通后, ABS 警告灯 K47 点亮发光; 另一方面又将监视到的信息转换为故障码存入存储器中。ABS 电子控制单元组件 J104 的 1 端子外接有 16 插孔式故障诊断插座, 该插座位于驾驶室内仪表板下部, 供故障检修时连接故障诊断仪来诊断故障或调取故障码。

3-677. 大众奥迪 A6 ABS 自检工作过程如何?

奥迪 A6 系列轿车 ABS 电子控制电路在每次接通点火开关以后, ABS ECU 中的自诊断系统就会起动自检程序, 此时 ABS 警告灯 K47 将会点亮 1~2s, 以示警告灯电路工作正常。在自检过程中, ABS ECU 如发现有故障存在, 就会使 ABS 警告灯持续点亮, 并输出相应的控制指令使 ABS 控制功能失效, 同时也将检测到的信息转换成故障码 (即故障码) 的方式写入存储器中, 供检修时调用; 如没有发现故障, 则 ABS 警告灯点亮 1~2s 后会自动熄灭, 进入待用状态。

3-678. 大众奥迪 A6 ABS 工作过程如何?

当车辆进入行驶状态后, 电磁阀继电器 J106 线圈得电吸合, 其触点闭合后使 12 只液压阀线圈的公共端 (即上端) 与蓄电池的正极连通。当踩下制动踏板, 制动系统就可以进入正常工作



状态,但当某车轮的传感器检测到该车轮转速负加速度达到预先设定值时,ABS ECU 中的回流泵状态控制电路就会使 J105 继电器线圈得电吸合,回流泵电动机得电后工作;同时 ABS ECU 中的相关电路还会启用相应程序,使该车轮的进液(保压)电磁阀通电→制动轮缸保压→车轮滑移片刻以后,又使出液(泄压)电磁阀通电→制动轮缸泄压→车轮滚动→车轮由滑移变成转动→车轮变成正加速度。一旦正加速度上升到预先设定的数值时,ABS ECU 就会自动切断上述两个液压电磁阀线圈的供电,由制动主缸给制动轮缸加压→车轮转速又变成负加速度。

上述过程重复循环进行,以实现保压→泄压→加压→保压→……的过程,使车轮的滑移率被控制在 15%~20% 范围内,直到车轮转速下降到合适的数值,车轮不再出现抱死现象。ABS ECU 才会停止对液压电磁阀供电通断的控制,同时也使 J105 继电器线圈断电,回流泵电动机停止工作。

上述制动压力调节的频率约为 4~10 次/s。因此,在制动过程中,管路中制动压力如有变化,驾驶人可以从制动踏板上感觉到这种压力的波动。

3-679. 奥迪驻车制动 (EPB) 的检测方法如何?

- 1) 打开点火开关。**注意:在整个检测过程不要关闭点火开关。**
- 2) 不要按下 EPB 按键 (EPB 按键上的灯熄灭)。
- 3) 不要踩制动踏板。制动台开始转动,此时前轮转速为 0;当后轮的制动台滚动速度达 3~9km/h 并且转动超过 3s 后,激活“驻车制动检测”模式。
- 4) 仪表上发出“咣”一声警告音后,电子驻车制动器故障灯点亮,此时系统确认已进入驻车制动测试工况,并提示验车员可以进行驻车制动检测。
- 5) 进行 EPB 按键的操作。需要连续按 3 次 EPB 按键,因为制动器不是一次性接合,而是每次操纵驻车制动器开关 F321 都接合一小段距离。分 3 步制动器才能全部闭合,按第 4 次后制动器松开。

第四章

汽车电器



第一节 蓄 电 池



4-680. 何谓蓄电池?

蓄电池俗称“电瓶”，是一种将化学能转换为电能的装置。它是一种可逆直流电源：当蓄电池放电时，将其储存的化学能转换为电能；当蓄电池充电时，将电能转换为化学能储存起来，直到化学能储存满时充电结束。蓄电池是汽车上的两个电源之一，在汽车上与发电机并联，共同向用电设备供电。

4-681. 蓄电池有何功用?

- 1) 在发动机起动时，向起动机和点火系统供电。
- 2) 在发电机不发电或电压较低的情况下向用电设备供电。
- 3) 当发电机超载时，协助发电机供电。
- 4) 蓄电池存电不足，而发电机负载又较少时，它可将发电机的电能转变为化学能储存起来（即充电）。
- 5) 蓄电池相当于一个大容量电容器，在发电机转速和负载发生比较大的变化时，能够保持汽车电气系统电压的相对稳定。同时，还可吸收发电机产生的瞬间过电压，保护汽车电子元件不被损坏。

4-682. 蓄电池是如何分类的?

1) 根据电解液不同，蓄电池可分为铅酸蓄电池和镍碱蓄电池。铅酸蓄电池结构简单，内阻小，起动性能好，价格低廉，所以在汽车上广泛采用。镍碱蓄电池具有容量大、使用寿命长、维护简单等优点，但其价格昂贵，目前只在少数汽车上使用。

2) 在铅酸蓄电池中，按结构可分为橡胶槽蓄电池和塑料槽蓄电池两种，按性能可分为干荷电蓄电池和免维护蓄电池两种。

① 干荷电蓄电池。极板在干燥状态下，能在较长时间（一般为两年）内保存制造过程中所得电量的蓄电池。

② 免维护蓄电池。在有效使用期（一般为四年）内，无须再进行添加蒸馏水等维护工作的蓄电池。

3) 镍碱蓄电池有铁镍蓄电池与镉镍蓄电池等。

4-683. 免维护蓄电池结构有何特点?

免维护蓄电池结构如图 4-1 所示。



1) 极板栅架采用铅钙锡合金制成, 消除了锑的副作用。
2) 采用袋式聚氯乙烯隔板, 可避免活性物质脱落、极板短路。
3) 采用新型安全通气装置, 孔塞内装有氧化铝过滤器和催化剂钯, 帮助排出的氢和氧离子结合成水。

4) 外壳由聚丙烯塑料制成, 槽底无筋条, 极板组可直接安放在壳底上, 使极板面积增大 33% 左右, 电解液储量增大。有些免维护蓄电池在内部装有一只指示荷电状况的相对密度计, 如图 4-2 所示。

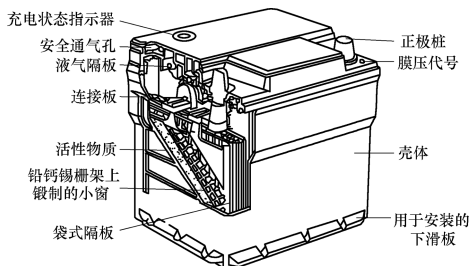


图 4-1 免维护蓄电池结构

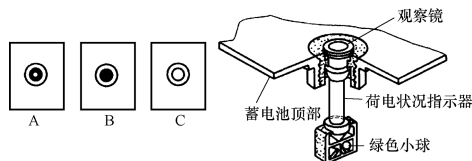


图 4-2 内部相对密度计

A—绿色圆点明显（蓄电池荷电状况良好）

B—绿色圆点模糊（荷电不足）

C—透亮或黄色（需更换蓄电池）

4-684. 怎样利用单格放电计测量蓄电池放电?

测量时应将两叉尖紧压在单体电池的正、负极柱上, 历时 5s 左右, 观察大负荷放电情况下蓄电池所能保持的端电压, 如图 4-3 所示。一般技术状况良好的蓄电池, 用高率放电计测量时, 单体电池电压应在 1.5V 以上, 并在 5s 内保持稳定; 如果 5s 内电压迅速下降, 或某一单体电池的电压比其他单体电池低 0.1V 以上时, 表示该单体电池有故障, 应进行修理。

4-685. 怎样检测蓄电池电解液密度?

电解液的相对密度用吸式密度计测定, 如图 4-4 所示, 先用密度计吸入电解液, 使密度计浮子浮起, 电解液液面所在的刻度即为相对密度值。注意在测量密度时, 应同时测量电解液温度, 并将测得的电解液相对密度值转换到 25℃ 进行修正 (密度一般在 1.24 ~ 1.30g/cm³)。

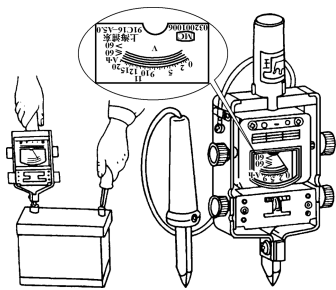


图 4-3 用高率放电计测量蓄电池放电电压

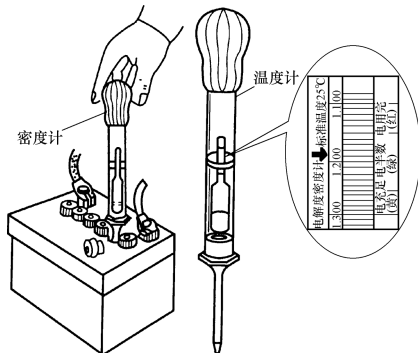


图 4-4 测量电解液的相对密度和温度

根据实际经验, 相对密度每减小 0.01, 相当于蓄电池放电 6%, 所以从测得的电解液相对密度就可以粗略估算出蓄电池的放电程度。

注意: 在强电流放电和加注蒸馏水后, 由于电解液混合不均, 不应立即测量电解液相对密度。



4-686. 蓄电池的充电种类有哪些?

根据不同的充电目的, 蓄电池的充电作业可分为初充电、补充充电、去硫化充电等。

4-687. 什么情况下需进行补充充电?

蓄电池在使用时, 常有充电不足的现象, 应根据需要进行补充。一般每月一次, 如有下列现象发生, 必须随时进行补充充电。

- 1) 电解液相对密度下降到 1.15 以下时。
- 2) 夏季放电超过 50%, 冬季放电超过 25%。
- 3) 起动机运转无力, 灯光暗淡, 电力不足时。
- 4) 蓄电池放置时间超过一个月时。
- 5) 在大量补充蒸馏水后。

4-688. 怎样进行去硫化充电?

当极板出现硫化现象时, 可进行“去硫化充电”。方法如下。

- 1) 先倒出电池内的电解液, 用蒸馏水反复冲洗数次。
- 2) 灌入蒸馏水至高出极板 10 ~ 15mm, 用初充电电流进行充电, 并随时测量相对密度。
- 3) 如相对密度升到 1.15 以上时, 可用蒸馏水冲淡, 继续充电至相对密度不再上升后进行放电。
- 4) 如此反复多次, 或充 6h, 中间停 2h, 反复进行至相对密度不变为止。
- 5) 最后参照初充电方法充电并调整相对密度至规定值, 用 20h 放电率放电检查容量, 如容量达到额定容量的 80% 时, 说明硫化已基本消除, 即可使用, 否则蓄电池不能再用。

4-689. 蓄电池充电有哪些方法?

通常蓄电池的充电方法有定流充电、定压充电和脉冲快速充电三种。

4-690. 什么是定流充电? 怎样进行定流充电?

在充电过程中, 充电电流保持一定的充电方法, 称为定流充电。采用定流充电时, 被充电的蓄电池不论是 6V 或 12V 都可串联在一起。所串联的蓄电池最好容量相同, 否则充电电流的大小必须按照容量最小的蓄电池来选定, 而容量大的蓄电池则充电太慢。充电过程中, 当单体蓄电池的端电压上升到 2.4V 时, 电解液开始有气泡冒出, 这时, 应将充电电流减半, 直到蓄电池完全充足电为止。定流充电有较大的适应性, 可以任意选择和调整充电电流, 因此可对各种不同情况的蓄电池充电。如新蓄电池的初充电、普通充电以及去硫化充电均可采用这种方法。但它的缺点是充电时间长, 并且需要经常调节充电电流。

4-691. 什么是定压充电? 怎样进行定压充电?

充电过程中, 电源电压始终保持不变的充电方法称为定压充电。由于定压充电的时间短, 不需照管且经济性高, 所以较适合于蓄电池的补充充电, 因而被汽车维修厂家广泛采用。但定压充电时, 不能调整充电电流的大小, 所以不能用于蓄电池的初充电, 也不能用来消除硫化。采用定压充电时, 要选择好充电电压, 若电压过高, 会发生过充电现象, 易造成极板弯曲、活性物质脱落等故障; 若充电电压过低, 则蓄电池充电不足。对 12V 蓄电池充电, 电源电压应为 15V。需充电的蓄电池, 必须并联在充电电源之间。

4-692. 脉冲快速充电的优点有哪些?

- 1) 充电时间大大缩短, 一般初充电不多于 5h, 补充充电不多于 1h。



2) 由于脉冲快速充电能够消除极化, 因此, 充电时化学反应充分, 加深了反应深度, 可以增加蓄电池的容量。

3) **去硫化的作用明显。**



第二节 交流发电机



4-693. 交流发电机有何功用?

交流发电机由汽车发动机驱动, 是汽车电器的主要电源。它在正常工作时, 对除起动机以外的所有用电设备供电, 并向蓄电池充电以补充蓄电池在使用中所消耗的电能。

4-694. 交流发电机按结构如何分类?

- (1) **外装电压调节器式交流发电机** 在货车和大型客车上应用较普遍。
- (2) **整体式交流发电机** (内装电压调节器式) 内装电压调节器式交流发电机多用于轿车。
- (3) **带泵交流发电机** 带泵交流发电机多用于柴油车, 在发电机后端带有真空制动助力泵。
- (4) **无刷交流发电机** 即无电刷、集电环结构的交流发电机。
- (5) **永磁交流发电机** 即转子磁极采用永磁材料的交流发电机。

4-695. 交流发电机按励磁绕组搭铁方式如何分类?

- (1) **内搭铁式交流发电机** 即励磁绕组的一端引出来形成励磁接线柱, 而另一端与发电机壳相连接。
- (2) **外搭铁式交流发电机** 即励磁绕组的两个端子都和发电机外壳绝缘, 引出来形成两个励磁接线柱, 励磁绕组是通过调节器接地的。

4-696. 交流发电机按装用二极管如何分类?

- (1) **6 管交流发电机** 其整流器由 6 只硅二极管组成, 这种形式应用最为广泛。
- (2) **8 管交流发电机** 指具有两个中性点二极管的交流发电机, 其整流器总成共有 8 只二极管。
- (3) **9 管交流发电机** 指具有三个励磁二极管的交流发电机, 其整流器总成共有 9 只二极管。
- (4) **11 管交流发电机** 指具有中性点二极管和励磁二极管的交流发电机, 其整流器总共有 11 只或口管二极管。

4-697. 交流发电机按外部接线如何分类?

- (1) **单线** 单线指充电指示灯, 用于大众、依维柯轿车。
- (2) **两线** 两线可分为 IG (点火钥匙控制的电源)、L (充电指示灯), 用于三菱轿车; S、L, 用于日产、马自达轿车; L、DFM (磁场脉宽调制信号计算得到的发电机负荷状态), 用于大众轿车。
- (3) **三线** 三线可分为 IG、L、S (常电源线), 用于丰田轿车。
- (4) **四线** 四线可分为 IG、L、S、 F_R (发电机负荷检测信号, 当用电设备增加时, 它的电压由 5V 逐渐减小) 或 IG、L、C (发电机磁场控制线, 它随发电机转速的上升, 电压由 12V 逐渐下降)、 F_R , 用于本田轿车; P (转速导线)、S、F (磁场监测线)、L, 用于别克轿车。

4-698. 交流发电机结构有何特点?

整体式交流发电机的结构如图 4-5 所示, 它主要由 定子、转子、电刷、整流器、前后端盖、



风扇及传动带轮等组成。

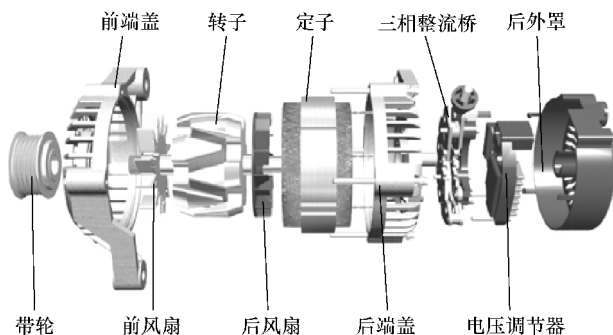


图 4-5 交流发电机结构

4-699. 发电机定子结构有何特点？

定子又叫电枢，它由定子铁心和定子绕组组成，其结构如图 4-6 所示。定子铁心由圆环状相互绝缘的硅钢片叠成，其内圆有沟槽，定子绕组就嵌装在沟槽内。三相绕组的形状、尺寸完全相同，对称地安装在定子铁心的槽内，三相绕组大多数为星形联结形式。少数车型采用三角形联结。

4-700. 发电机转子结构有何特点？

转子主要由两块爪极、励磁绕组、集电环及轴等组成，如图 4-7 所示。转子轴上压装有导磁铁心（也称磁轭），铁心上绕有励磁绕组，两块爪极压装在转子轴上并与铁心压紧，绕组的两端线引出后，分别焊接在两个彼此绝缘的集电环上。电刷受弹簧作用与发电机集电环紧密接触。当电刷与电源接通时，励磁绕组有电流通过，产生磁场。两块爪极一块被磁化为 N 极，另一块被磁化为 S 极。于是在转子的表面形成了 N、S 极相互交错的六对磁极，并沿圆周方向均匀分布。转子每转一周，定子的每相绕组上就能产生周期个数等于磁极对数的交流电动势。

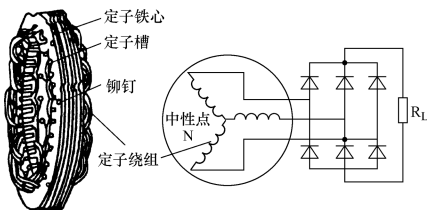


图 4-6 定子总成

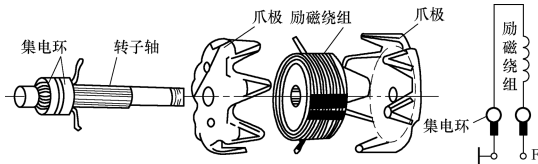


图 4-7 转子总成

4-701. 发电机整流器结构有何特点？

整流器由正、负整流板组成，如图 4-8 所示。

交流发电机的整流器一般是由 6 只二极管组成的三相桥式整流电路，另外也有 8 管、9 管、11 管组成的整流器。外壳为正极、中心引线为负极的二极管，称负极管，一般在管壳上注有黑色（或绿色）标记；外壳为负极、中心引线为正极的二极管，称正二极管，一般在管壳上注有红色标记。将正极管安装在一块铝制散热板上，称为正整流板；将负极管安装在另一块铝制散热板上，称为负整流板，也可用发电机后盖代替负整流板。两块板绝缘地安置在一起，它与后端盖用尼龙或其他绝缘材料制成的垫片隔开且固定在后端盖上。

4-702. 交流发电机的电刷架结构有何特点？

电刷架安装在后端盖上。两电刷分别装在电刷架的两个方形孔内。电刷用石墨粉压制而成，



带有一条多股铜质引线。电刷外端装有弹簧，依靠弹簧使电刷与集电环紧密接触。电刷架结构有两种形式，如图 4-9 所示，一种是拆装电刷可在发电机外部进行，另一种是拆装电刷必须在发电机内部进行。

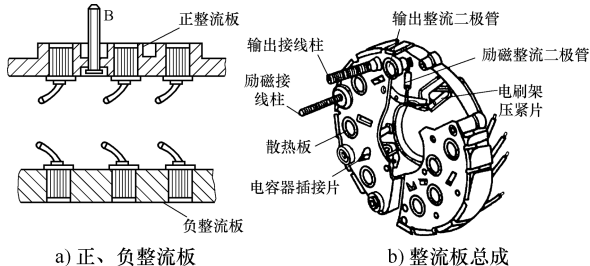


图 4-8 整流板

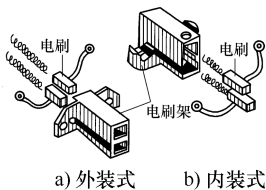


图 4-9 电刷架的结构

4-703. 交流发电机内搭铁、外搭铁形式结构有何特点？

两电刷的引线分别接后端盖上的两个接线柱，按接线柱形式的不同，发电机被分成内搭铁和外搭铁两种形式。其中，内搭铁式发电机的一个接线柱与后端盖绝缘，称为“励磁”接线柱，标记“励磁”或“F”，另一接线柱与后端盖直接接触（搭铁），称为“搭铁”接线柱，标记“搭铁”或“-”。外搭铁式发电机的两接线柱都与后端盖绝缘，分别标记“F₁”、“F₂”。工作时，外搭铁式的励磁绕组的一端须经电压调节器在发电机外部搭铁。两种发电机励磁绕组的搭铁形式如图 4-10 所示。

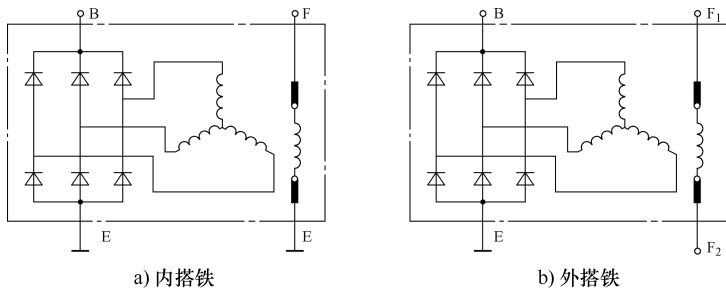


图 4-10 励磁绕组式的搭铁形式

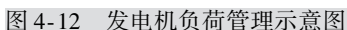
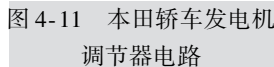
4-704. 本田发电机的电脑控制的电压调节器的电路如何？

本田轿车直列 4 缸发动机配用的发电机电压调节器电路图如图 4-11 所示，发电机整流器为 8 管。调节器为内装式外搭铁型，由发动机控制单元控制。在汽车电路中有一个负载检测仪，检测电路中总电流负载大小，发送信号到发动机控制单元，调节器 C 接线端子发送发电机电压信号到发动机控制单元，发动机控制单元根据这两个信号判断励磁电路应该接通还是断开，输出控制信号到 FR 端子，驱动调节器的控制电路，适时地接通和断开励磁绕组电路，以此控制发电机的输出电压。

4-705. 大众轿车电源管理系统是如何控制发电的？

电源管理系统对整车电源系统进行管理。对蓄电池监控的是其电压，对发电机监控的是其负载，目的只有一个，就是任何时候都必须保障这两者运行无误。对发电机负荷来说，电网电源控制单元 J519 通过发动机控制单元和数据总线，不断收集来自发电机 DFM 端子送出的脉宽调制信号（PWM）和发动机转速信号，并据此确定加载到发动机上的发电机负荷。如果在怠速状态下，J519 经过这些信号得到发电机负荷已经达到其所规定的最大值即峰值时，为避免发电机电压下

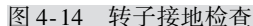
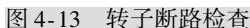
降到蓄电池电压之下时引发蓄电池放电，立即指令发动机控制单元 J623 提高发动机原怠速转速，如图 4-12 所示。其结果是发动机功率和发电机功率相应增加，以解决原怠速下的高电气负荷带来的供求矛盾，并可稳定或提升电网电源电压。



4-706. 如何对发电机转子进行检查?

(1) **转子的断路检查** 如图 4-13 示,用万用表测试转子两集电环之间是否断路或电阻值过大,如有,应更换转子总成或检修。集电环与集电环之间电阻正常值为 $3 \sim 4\Omega$ 。

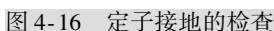
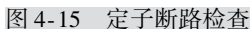
(2) **转子的接地检查** 如图 4-14 所示, 用万用表测试集电环和转子轴之间是否接地短路, 如有, 则表明线圈接地, 应更换转子或线圈。



4-707. 如何对发电机定子进行检查?

(1) **定子的断路检查** 如图 4-15 所示, 使用万用表检查接线柱, 两两相测, 阻值应在 $0.2 \sim 0.5 \Omega$, 如不导通, 应更换定子。

(2) **定子的接地检查** 如图 4-16 所示, 定子绕组的接线柱与定子铁心间的电阻应为 ∞ , 否则说明有接地故障。若接地应更换定子。



4-708. 如何对发电机整流器进行检查?

(1) **检测正二极管** 用万用表电阻档分别检测 B 与 P1、P2、P3、P4 之间的正向电阻, 正向电阻应为 $8 \sim 10\Omega$; 调换表笔, 此值应大于 $10k\Omega$ 或为 ∞ , 说明正二极管无故障。或用数字式万用表导通档位, 黑表笔接整流器的输出端子, 红表笔分别接整流器各接线柱, 万用表均应导通,



否则说明二极管断路,应更换整流器总成;更换两表笔进行测试,此时万用表均应不导通,否则说明二极管短路,亦应更换整流器总成,如图 4-17 所示。

(2) **检测负二极管** 用万用表电阻档测量 E 与 P1、P2、P3、P4 之间的正向和反向导通电阻,正向电阻应为 $8 \sim 10\Omega$;调换表笔,此值应大于 $10k\Omega$ 或为 ∞ ,说明负二极管无故障。或用数字式万用表导通档位,红表笔接整流器的负极管的外壳,黑表笔分别接整流器各接线柱,万用表均应导通,否则说明二极管断路,应更换整流器总成;更换两表笔进行测试,此时万用表均应不导通,否则说明二极管短路,亦应更换整流器总成。

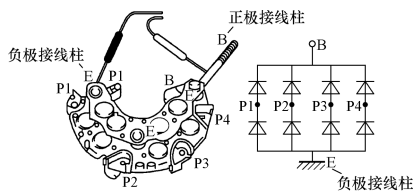


图 4-17 整流器的检测

4-709. 如何对交流发电机进行性能测试?

如图 4-18 所示,检修装复的交流发电机,在车辆使用前照灯、危险警告灯、刮水器,发动机以 $3000 \sim 4000r/min$ 的转速运转的情况下,用万用表测试其输出电压和电流。若检测数据与标准值不符,应找出原因并予以修理。

4-710. 如何对发电机的 V 带进行检查?

交流发电机 V 带挠度的检查如图 4-19 所示。V 带的挠度应在 $7 \sim 10mm$,否则应重新调整。

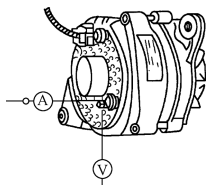


图 4-18 发电机的检测

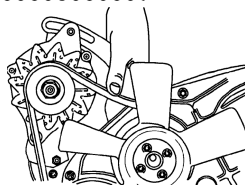


图 4-19 发电机

4-711. 如何排除发电机不充电故障?

(1) **现象** 汽车发动机在中等转速时电流表仍指示放电或充电指示灯不熄灭。

(2) **故障所在部位及原因** 故障所在部位及原因见表 4-1。

表 4-1 外装调节器的电源系统不充电故障部位及原因

故障部位		故障原因	排除方法
风扇传动带		过松或断裂	更换
电流表或指示灯		损坏	更换
发 电 机	定子绕组	断路或接地	建议更换发电机总成
	励磁绕组	断路或接地	建议更换发电机总成
	集电环或电刷	集电环严重烧蚀、脏污或有裂纹,电刷过度磨损、卡滞	可通过焊接、机加工修复,或更换电刷
	整流器	二极管烧坏、脱焊	脱焊的可以补焊,或更换整流器总成
调节器		机械式调节器低速触点严重烧蚀或高速触点烧结,晶体管调节器损坏	更换调节器总成
外部电路		断路或接线柱松脱	接好电路、拧紧接线柱

4-712. 如何排除发电机充电量过小的故障?

(1) **现象** 将发动机转速由低速逐渐升高至中速时打开前照灯,其灯光暗淡或按喇叭音量



小, 电流表指示放电。

(2) **故障部位及原因** 故障所在部位及原因见表 4-2。

表 4-2 故障原因及排除方法

故障部位		故障原因	排除方法
风扇传动带		张紧不够	按要求张紧
发 电 机	定子绕组	匝间短路	建议更换发电机总成
	励磁绕组	匝间短路	建议更换发电机总成
	集电环或电刷	集电环轻度烧蚀、脏污，电刷磨损不均、接触不良	可用细砂纸打磨集电环，更换电刷及电刷弹簧
	整流器	个别二极管损坏	对于压装的二极管可以个别更换，否则更换整流器总成
调节器		机械式调节器触点接触不良或调节器调节电压过低	更换调节器总成
外部电路		断路或接线柱松脱	接好电路、拧紧接线柱

(3) **故障诊断与排除方法** 故障诊断与排除步骤可按图 4-20 所示顺序进行。

4-713. 如何排除发电机充电量过大的故障?

(1) **现象** 发动机运转在中速以上时电流表指示大电流充电 (30A 以上), 蓄电池电解液消耗过快且有气味, 点火线圈过热, 分电器触点易烧蚀, 灯泡及熔丝易烧坏。

(2) **故障部位及原因** 1) 调节器调节电压过高或失控, 机械式调节器低速触点烧蚀。2) 发电机“+”(电枢)接柱和磁场接柱短路。3) 蓄电池亏电太多, 蓄电池内部短路。

(3) **故障诊断与排除方法** 检查发电机“电枢”接柱与“磁场”接柱是否短路。检查方法是将发电机“磁场”接柱上的线取下来看是否仍有充电电流, 若有, 说明发电机内部“电枢”与磁场短路; 若无, 则应检查调节器调节电压是否过高或失控, 检查机械式调节器低速触点是否烧蚀。若调节器有问题则更换调节器总成。

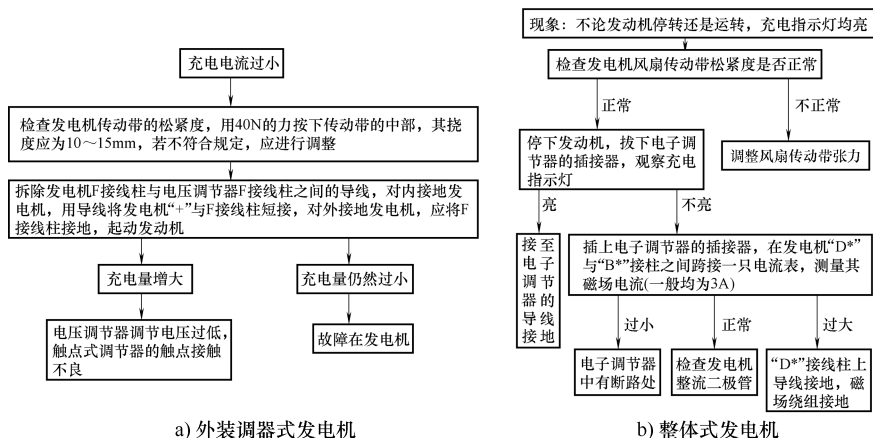


图 4-20 充电量过小故障的诊断与排除

4-714. 如何排除发电机充电不稳故障?

(1) **现象** 发动机正常运转时, 汽车上的电流表指示充电, 但指针总是左右摆动、忽大忽小。

(2) **故障部位及原因** 发电机风扇传动带过松、跳动或带轮失圆; 发电机内部接线松动、接触不良; 发电机电刷磨损过甚或卡滞, 电刷弹簧弹力减退或折断, 集电环脏污或失圆; 调节器触点接触不良, 磁场线接触不良。



(3) **故障诊断与排除方法** 故障诊断与排除步骤可按图 4-21 所示顺序进行。

4-715. 如何分析丰田皇冠充电系统电路?

皇冠充电系统电路如图 4-22 所示。**集成 IC 调节器 IG 端引出 Y 线, 经线束插接器 EB1→J5 (A)→J6 (B)→插接器 (12)→B (12)→DK (6), 最后经点火开关接至蓄电池, 用于检测蓄电池和发电机电压, 控制 IC 调节器内晶体管的导通和截止, 从而控制励磁绕组的导通和截止。L 端为充电指示灯控制端, 接至发动机 ECU E32 端子, 当发动机未运转时, 发动机将此信号经 CAN 总线经网关 ECU 传输至组合仪表 C15 电源输入电路, 再进入微电脑控制充电**

指示灯点亮, 指示蓄电池放电。当发动机转速升高时, 发动机 ECU E32 端子检测电压为蓄电池电压, 此时, 充电指示灯两端即组合仪表 IG+ 端与组合仪表内微电脑控制端电位相等, 充电指示灯熄灭。

当点火开关打开时, M 端将蓄电池电压发送至 ECU 端子 DF, 用于检测蓄电池电压。交流发电机 A1 为 RLO 信号端, 接至发动机 ECU E31 端子。当电气负载和蓄电池状况发生变化时, 占空比信号输出值也跟着发生改变。

4-716. 如何分析丰田卡罗拉充电电路?

(1) **充电电路** 发电机 A1 端→120A 熔丝→FL3.0W 主熔丝→蓄电池→蓄电池接地点→发电机接地点, 如图 4-23 所示。

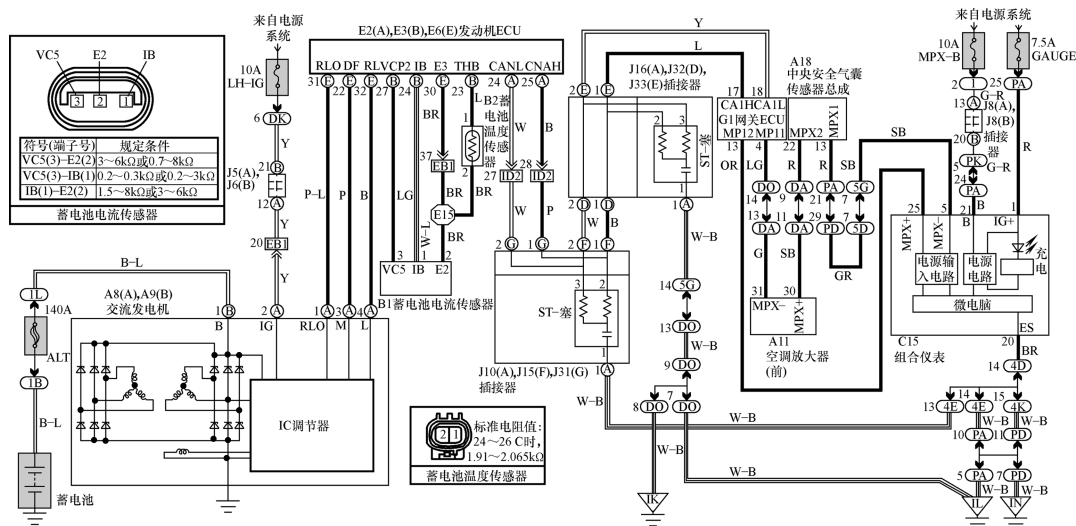


图 4-22 丰田皇冠充电电路图

(2) **控制充电指示灯的电路** 蓄电池电压→7.5A 仪表熔丝→组合仪表 33 接线柱→仪表充电指示灯→组合仪表 39 接线柱→发电机 B4 端。

当发电机不发电或输出电压低于蓄电池电压时, 发电机 B4 (电压调节器的 L 端) 为低电压, 充电指示灯的两端有电压差, 此时充电指示灯亮; 随着 B4 端的电压上升, 此时充电指示灯两端

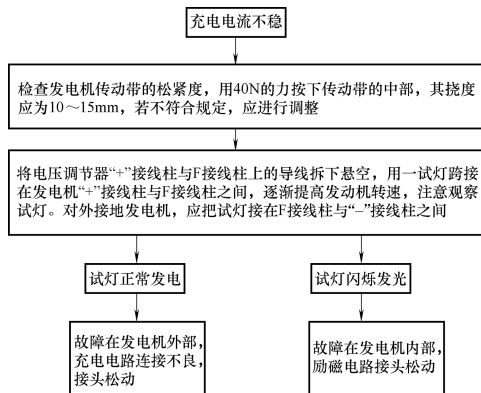


图 4-21 充电量不稳的故障排除

的电压相等（都为发电机的端电压），充电指示灯熄灭。

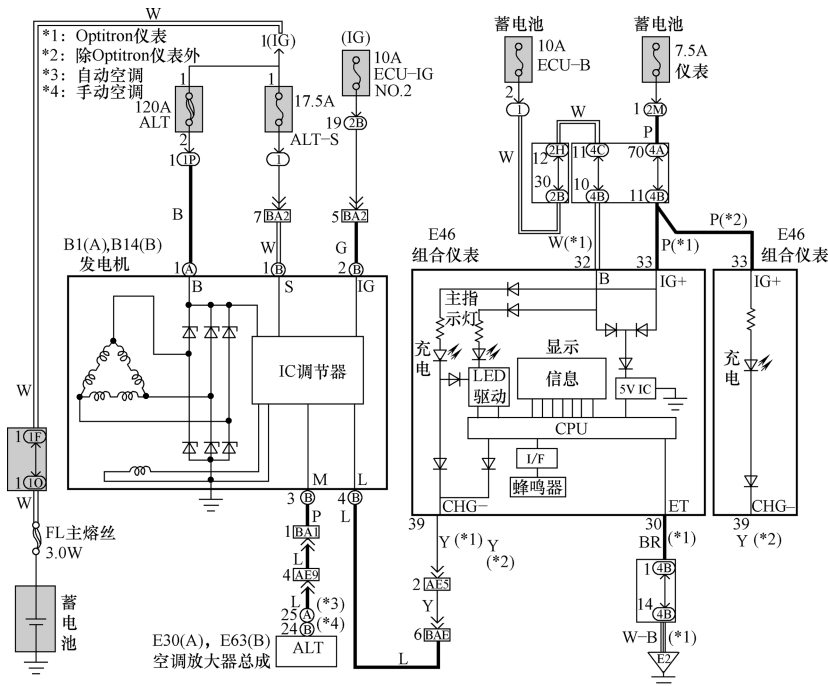


图 4-23 丰田卡罗拉充电电路



第三节 启动系统



●4-717. 起动系统由哪些部件组成?

常规起动机一般由直流串励式电动机、传动机构和控制装置（也称电磁开关）三部分组成，如图 4-24 所示。

- 1) 直流串励式电动机其作用是产生起动转矩。
- 2) 传动机构（啮合机构）在起动时，啮合传动；起动后，打滑脱开。
- 3) 控制装置（电磁开关）接通、切断电动机与蓄电池之间的电路。

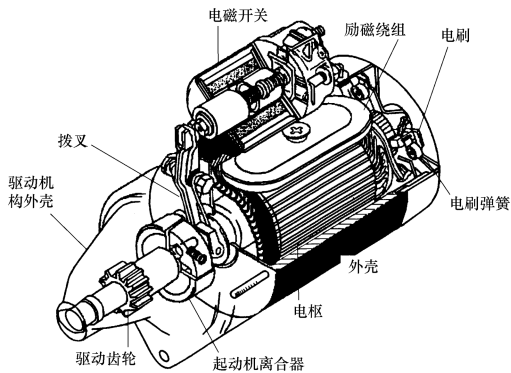


图 4-24 起动机组成

4-718. 起动机按控制方式如何分类?

(1) **机械控制起动机** 由脚踏或手拉杠杆联动机构直接控制起动机的主电路开关, 来接通或切断起动机主电路。解放 CA10B 型汽车即采用这种方式。这种方式虽然结构简单、工作可靠, 但由于要求起动机、蓄电池靠近驾驶室, 而受安装布局的限制, 且操作不便, 因此目前已很少采用。



(2) **电磁控制起动机** 用按钮或钥匙控制电磁铁,再由电磁铁控制主电路开关,以接通或切断起动机主电路。由于装有电磁铁,可进行远距离控制,操作省力,因此现代汽车大都采用这种控制方式。

4-719. 起动机按机构啮入方式如何分类?

(1) **惯性啮合式起动机** 起动机旋转时,驱动齿轮借惯性力自动啮入飞轮齿环。其特点是啮合结构简单,不能传递较大转矩,可靠性差,目前已很少使用。

(2) **强制啮合式起动机** 靠人力或电磁力拉动杠杆,强制拨动驱动齿轮啮入飞轮齿环。其特点是啮合机构简单、动作可靠、操作方便,目前广泛使用。

(3) **电枢移动式起动机** 靠磁极磁通的电磁力,使电枢轴向移动,将驱动齿轮啮入齿环。目前广泛使用于大功率柴油发动机上。

(4) **减速式起动机** 减速起动机采用高速、小型、低力矩电动机,在传动机构中设有减速装置。其特点是质量和体积比普通起动机可减小 20% ~ 35%,但结构和工艺比较复杂。根据结构可分为内啮合式、外啮合式和行星轮式三种。

4-720. 串励直流电动机的结构有何特点?

串励直流电动机的作用是产生力矩,“串励”是指电枢绕组与励磁绕组串联。串励直流电动机主要由机壳、磁极、电枢、换向器及电刷等组成,如图 4-25 所示。

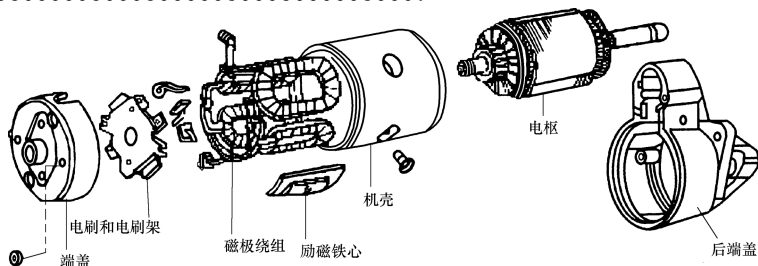


图 4-25 串励直流电动机组成

4-721. 串励直流电动机的机壳有何功用?

机壳的作用是安装磁极,固定机件。机壳用钢管制成,一端开有窗口,用于观察和维护电刷和换向器,平时用防尘箍盖住。机壳上只有一个电流输入接线柱,并在内部与励磁绕组的一端相接。壳内壁固定有磁极铁心和励磁绕组,如图 4-26 所示。

4-722. 串励直流电动机的磁极有何作用,结构有何特点?

磁极的作用是产生磁场。它由固定在机壳上的磁极铁心和励磁绕组组成,一般是四个,两对磁极相对交错安装在电动机定子内壳上。四个励磁绕组可互相串联后再与电枢绕组串联,也可两两串联后并联再与电枢绕组串联,如图 4-27 所示。

4-723. 串励直流电动机的电枢结构有何特点?

它主要由电枢轴、电枢铁心、电枢绕组和换向器等组成。电枢总成如图 4-28 所示,电枢铁心由许多相互绝缘的硅钢片叠叠而成,其圆周表面上有槽,用来安放电枢绕组,电枢绕组用矩形截面的裸铜条绕制,绕线形式多采用波绕法。

换向器装在电枢轴上,它由许多换向片组成。换向片嵌装在轴套上,各换向器片之间用云母绝缘。

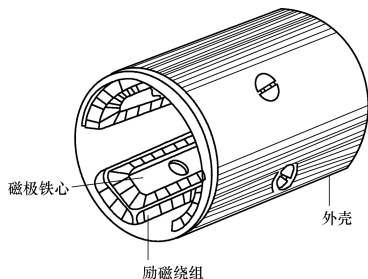


图 4-26 串励直流电动机机壳

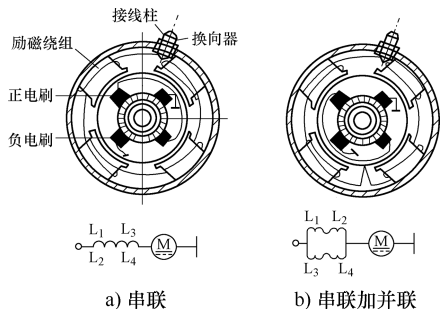


图 4-27 励磁绕组的接法

4-724. 串励直流电动机的电刷结构有何特点?

电刷及电刷架的作用是将电流引入电动机，一般有四个电刷及电刷架，如图 4-29 所示。电刷架固定在前端盖上，其中两个对置的电刷架与端盖称为绝缘电刷架；另外两个对置的电刷架与端盖直接铆合而接地，称为接地电刷架。

电刷由铜粉与石墨粉压制而成，加入铜粉是为了减少电阻并增加耐磨性。电刷装在电刷架中，借弹簧压力将它紧压在换向器铜片上。电刷弹簧的压力一般为 12 ~ 15N。

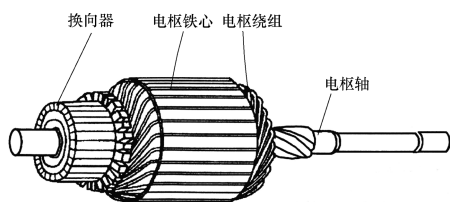


图 4-28 电枢总成

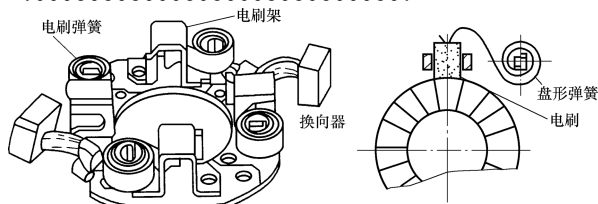


图 4-29 电刷及电刷架的组合

4-725. 起动机的控制装置结构有何特点?

控制装置的作用是控制驱动齿轮和飞轮的啮合与分离，并且控制电动机电路的接通与切断。常用的装置有机械式和电磁式，现代汽车上广泛使用电磁式控制装置（电磁开关）。图 4-30 所示为电磁式控制装置的结构。电磁式控制装置主要由吸引绕组、保持绕组、回位弹簧、可动铁心、接触片等组成。其中，端子 50 接点火开关，通过点火开关再接电源，端子 30 直接接电源。

4-726. 起动机电磁式控制工作过程如何?

当起动电路接通后，保持绕组的电流经起动机接线柱 50 进入，经绕组后直接接地，吸引绕组的电流也经起动机接线柱 50 进入，但通过绕组后未直接接地，而是进入电动机的励磁绕组和电枢后再接地。两绕组通电后产生较强的电磁力，克服回位弹簧弹力使活动铁心移动，一方面通过拨叉带动驱动齿轮移向飞轮齿圈并与之啮合，另一方面推动接触片移向接线柱 20 和 C 的触点，在驱动齿轮与飞轮齿圈进入啮合后，接触片将两个主触点接通，使电动机通电运转。在驱动齿轮进入啮合之前，由于经过吸引绕组的电流经过了电动机，所以电动机在这个电流的作用下会缓慢旋转，以便于驱动齿轮与飞轮齿圈进入啮合。在两个主接线柱触点接通之后，蓄电池的电流直接通过主触点和接触片进入电动机，使电动机正常运转，此时通过吸引绕组的电路被短路，因此，吸引绕组中无电流通过，主触点接通的位置靠保持绕组来保持。发动机启动后，切断起动电路，保持绕组断电，在弹簧的作用下，活动铁心回位，切断了电动机的电路，同时也使驱动齿轮与飞轮齿圈脱离啮合，如图 4-31 所示。

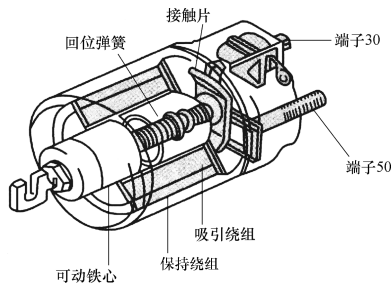


图 4-30 电磁式控制装置结构

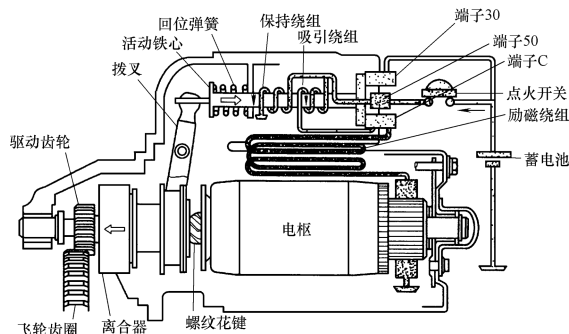


图 4-31 起动系统控制电路

●4-727. 外啮合式减速起动机结构有何特点?

减速式起动机的结构特点是在电枢和驱动齿轮之间装有一级或多级减速齿轮（一般减速比为3~4），其特点是可采用小型高速低转矩的电动机，使起动机的体积减小、质量轻，并便于安装；提高了起动机的起动转矩，有利于发动机的起动。外啮合式减速机构在电枢轴和起动机驱动齿轮之间利用惰轮作中间传动，且电磁开关铁心与驱动齿轮同轴心，直接推动驱动齿轮进入啮合，无需拨叉。因此，起动机的外形与普通的起动机有较大的差别。图4-32所示是丰田车系用外啮合式减速起动机的结构，主要包括电动机、平行轴减速装置、传动机构和控制装置。

●4-728. 外啮合式减速起动机控制工作过程如何?

接通起动开关，吸引绕组和保持绕组通电，此时的电流流向为：蓄电池→点火开关→端子50→保持绕组→接地；蓄电池→点火开关→端子50→吸引绕组→端子C励磁绕组→电枢绕组→接地。此时电动机低速运转。

如图4-33所示，吸引绕组和保持绕组的电磁力吸引可动铁心左移，推动驱动齿轮轴迫使驱动齿轮与飞轮啮合，这种动作过程称为直动齿轮式。驱动齿轮与飞轮齿圈进入啮合后，接触片和触点接触，此时电流的方向为：蓄电池→点火开关→端子50→保持绕组→接地。

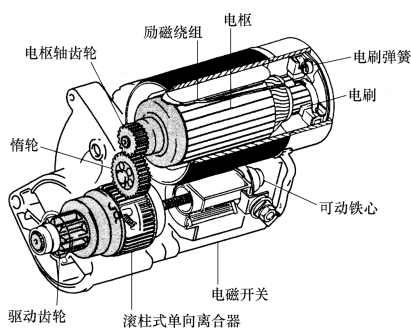


图 4-32 外啮合式减速起动机的构造

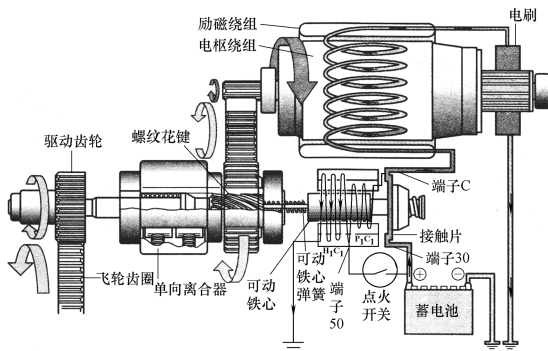


图 4-33 外啮合减速起动机工作过程

这样保持绕组产生的磁场使可动铁心保持在原位。同时电流还流经励磁绕组，电路为：蓄电池“+”→端子30→接触片→端子C→励磁绕组→电枢绕组→接地。这样电枢电路接通并开始旋转。电枢轴产生的力矩经电枢轴齿轮→惰轮→减速齿轮→滚柱式单向离合器→驱动齿轮轴→驱动齿轮→飞轮齿圈，带动曲轴旋转，使发动机起动。发动机起动后，放松起动开关，吸引绕组和保持绕组断电，铁心在回位弹簧张力作用下回位，接触片与触点分离，电枢停止转动。同时，驱动齿轮轴在回位弹簧作用下回位，拖动驱动齿轮与飞轮分离，恢复到初始状态。



4-729. 行星轮式啮合式减速起动机结构有何特点?

行星轮减速装置中**设有三个行星轮、一个太阳轮（电枢轴齿轮）及一个固定的内齿圈**，其结构如图 4-34 所示。内齿圈固定不动，行星架是一个具有一定厚度的圆盘，圆盘和驱动齿轮轴制成一体。三个行星轮连同齿轮轴一起压装在圆盘上，行星轮在轴上可以边自转边公转。驱动齿轮轴一端制有螺旋键齿，与离合器传动导管内的螺旋键槽配合。

4-730. 大众无继电器起动机电路如何分析?

大众起动机电路如图 4-35 所示。该起动机属于无起动机继电器的直接控制式起动机电路。起动机 B 的 30 端子通过黑色 25mm² 的导线与蓄电池的正极相连，电流经点火开关 D 经电路图上方框 2，再经电路图中方框 9 到起动机端子 50。也就是连到了点火开关的 50b 端子，说明起动机的主电路直接受点火开关的控制。点火开关的 30 端子是常电源，与蓄电池的正极相连。当点火开关转到起动机位置时，点火开关的 50b 端子通电，接通电磁开关回路，电磁开关再接通起动机的主电路，起动机工作。

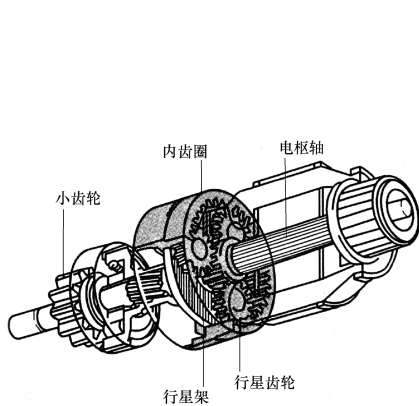


图 4-34 行星轮减速装置结构

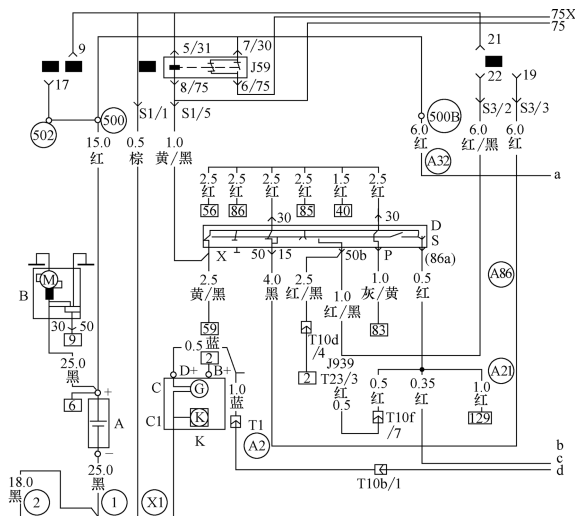


图 4-35 大众起动机电路

A—蓄电池 B—起动机 C—发动机

C1—调节器 D—点火开关

4-731. 丰田威驰轿车起动机电路如何分析?

丰田轿车的起动机继电器线圈受点火开关的控制，**如果配置的是自动变速器，起动机继电器线圈还受驻车档/空档继电器的控制**，也就是说，只有自动变速器的档位处于驻车档/空档时，才有可能起动机。此外，当点火开关转到起动机位置时，从点火开关的 ST 端子还给发动机 ECU 及组合仪表提供一个信号，用做与起动机有关的其他控制或指示的信号，如图 4-36 所示。

4-732. 新款丰田皇冠轿车起动系统电路如何分析?

(1) **起动信号** 蓄电池→接线盒 1B→30ARHJ/B-B→接线盒 1E→接线盒 PN→15A (AM2) 熔丝→接线盒 PD→点火开关#7→点火开关#8→继电器盒 5L→线束插接器 ID2→发动机 ECU (E2-19)。发动机 ECU 检测到起动信号，然后向起动机供电，直到发动机 ECU 判断系统已经起动成功，目的是减少点火钥匙的持续时间。发动机 ECU 接收到起动信号后，紧接着对相关传感器信号进行检测、计算。这包括驻车档/空档位置信号的检测，只有当汽车变速杆处于 P 或 N 位时，汽车才能起动，如图 4-37 所示。

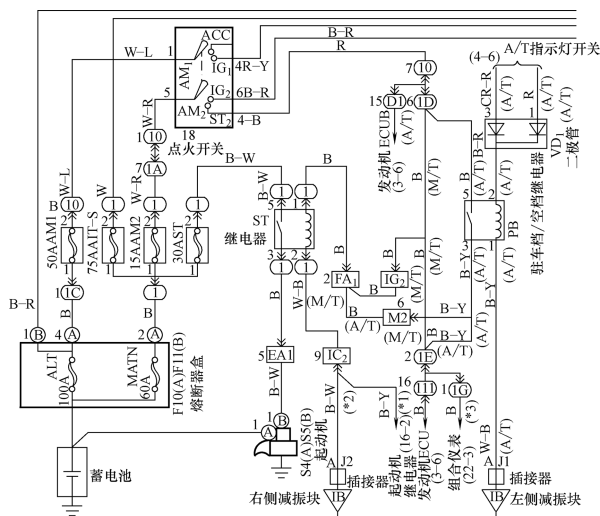


图 4-36 丰田轿车起动电路

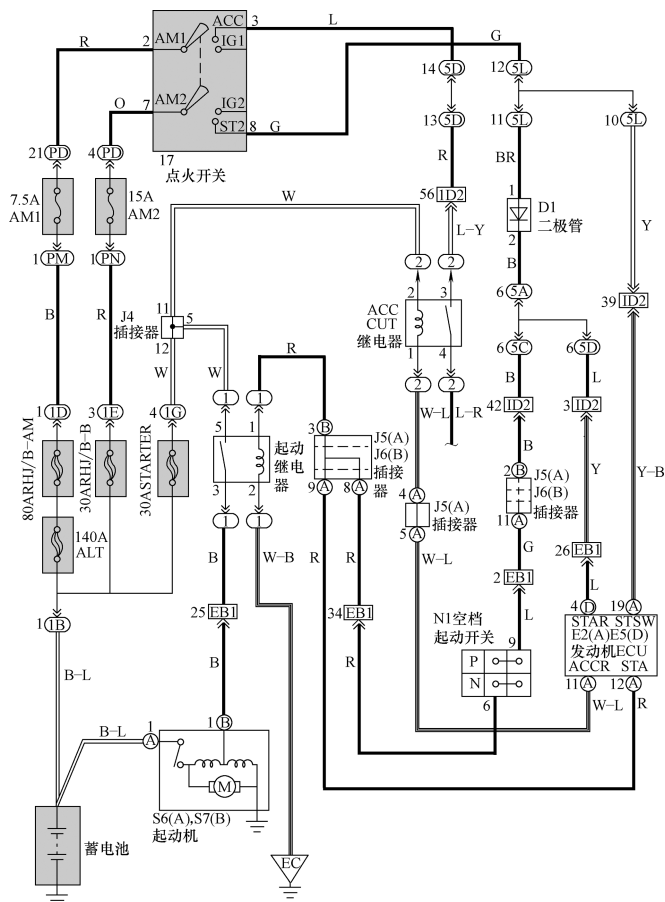


图 4-37 丰田皇冠起动电路图

(2) **驻车档/空档位置信号** 蓄电池→接线盒 1B→30ARHJ/B-B→接线盒 1E→接线盒 PN→15A (AM2) 熔丝→接线盒 PD→点火开关#7→点火开关#8→继电器盒 5L (11)→二极管 D1, 然后分两路出来。一路经继电器 5A (6)→插接器 ID2 (3)→插接器 EBI (26) 到发动机 ECU (E5-4) 端子, 为驻车档/空档位置信号输入。此时, 发动机 ECU (E5-4) 端子检测电压为蓄电



池电压。当发动机转动后,发动机 ECU 检测到转速传感器信号,此时,发动机 ECU (E5-4) 端子电压降至 $0 \sim 0.3\text{V}$ 。

另一路经继电器 5A (6) → 5C (6) → 插接器 ID2 (42) → 插接器 J5 (8) → J5 (9) 进入发动机 ECU E2 (12),此为起动信号。当起动机信号和发动机转速信号同时传入发动机 ECU 时,燃油泵控制电路起动。当发动机起动时,端子检测电压应为蓄电池电压。

(3) **电磁开关控制** 蓄电池电源→接线盒 1B→起动机熔丝 30A STARTER→接线盒 1G→插接器 J4→起动机继电器#5→起动机继电器#3→线束插接器 EB1→起动机 S7 (1),然后分两路出来。一路经保持绕组直接接地,另一路经吸拉绕组和电动机电枢后接地,两绕组共同作用,吸合起动主开关,接通蓄电池至起动机电枢电路。蓄电池电源→起动机 S6 (1)→起动主开关→电动机→接地。电动机控制电路接通,电动机运转工作,同时吸拉绕组被短路,不起作用。

4-733. 丰田智能起动系统工作过程如何?

带智能进入和起动系统的发动机可以在按下推进式发动机开关时起动发动机,如图 4-38 所示。此功能具有不同的电源控制模式,以适应不同的制动踏板状态和变速杆位置。采用起动功能的同时,还可以使用发动机转动保持功能。

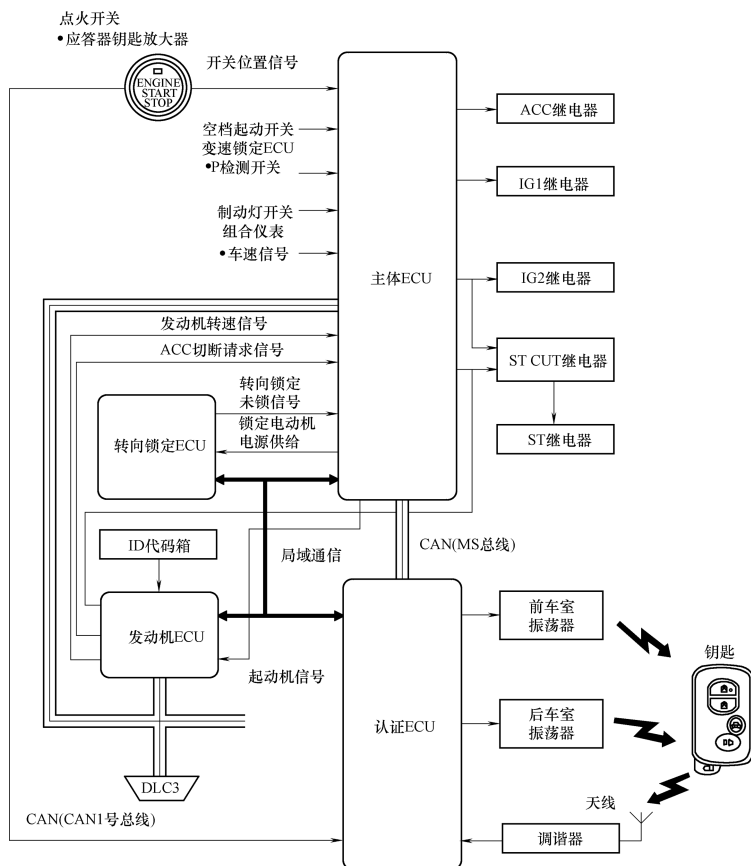


图 4-38 一键起动工作过程

4-734. 丰田智能起动系统点火开关结构有何特点?

点火开关由瞬时开关、两色（琥珀色和绿色）LED 和应答器钥匙放大器组成。琥珀色和绿色 LED 用于指示灯。驾驶人可根据指示灯点亮状态来判断当前电源模式和发动机能否起动。当主体 ECU 检测到智能进入和起动系统异常时,琥珀色指示灯闪烁。如果发动机在此状态下停



止, 则不能再重新启动。指示灯的状态见表 4-3, 点火开关结构如图 4-39 所示。

4-735. 丰田智能起动系统主体 ECU 有何功能?

主体 ECU 由 IG1 和 IG2 继电器执行器电路、CPU 以及保持电路组成。保持电路用来防止在驾车过程中, 因 IG1 或 IG2 继电器执行器电路或两路同时异常而造成的继电器电源供给被切断。主体 ECU 功能电路如图 4-40 所示。

主体 ECU 不断地将当前电源状态存储在其记忆中, 因此, 如果由于蓄电池被拆下而导致供给主体 ECU 的电源被中断, 主体 ECU 将在重新连接蓄电池之后恢复电源。正因为如此, 如果在点火开关位于除 OFF 以外的状态下拆卸蓄电池, 车辆与主体 ECU 将会同时恢复电源 (通过重新连接蓄电池)。因此, 在卸下蓄电池前, 一定要确保点火开关已关闭。

表 4-3 指示灯状态

电源状态	指示灯状态	
	松开制动踏板	制动踏板被踩下, 变速杆在 P 位或 N 位
OFF	OFF	ON (绿色)
ACC, IG-ON	ON (琥珀色)	ON (绿色)
发动机运转	OFF	OFF
转向锁定没有解锁	闪烁 (绿色) 15s	闪烁 (绿色) 15s
智能进入和起动系统故障	闪烁 (琥珀色) 15s	闪烁 (琥珀色) 15s

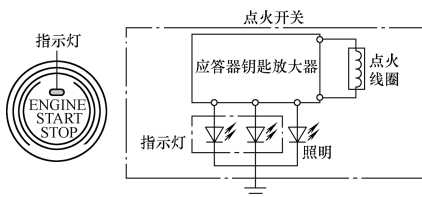


图 4-39 点火开关结构

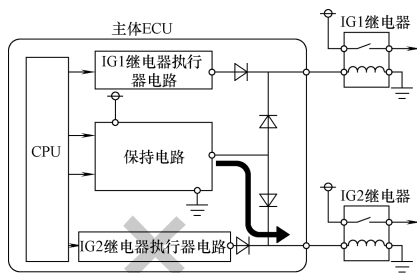


图 4-40 主体 ECU 功能电路图

4-736. 起动机电枢绕组如何检修?

(1) **检查换向器是否断路** 如图 4-41 所示, 用万用表检查换向片之间, 应导通。若换向片之间不导通, 应更换电枢。

(2) **检查换向器是否接地** 如图 4-42 所示, 用万用表检查换向器与电枢绕组铁心之间, 应不导通。若导通, 应更换电枢。

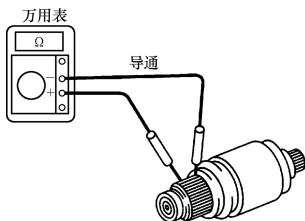


图 4-41 检查换向器是否断路

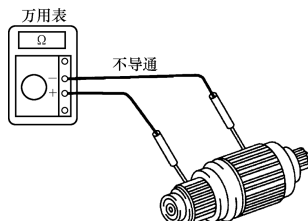


图 4-42 检查换向器是否接地

4-737. 起动机励磁绕组如何检查?

(1) **检查励磁绕组是否断路** 如图 4-43 所示。用万用表检查引线和励磁绕组电刷引线之



间,应导通,否则更换磁极框架。

(2) **检查励磁绕组是否接地** 用万用表检查励磁绕组末端与磁极框架之间,应不导通,如图 4-44 所示。若导通,修理或更换磁极框架。

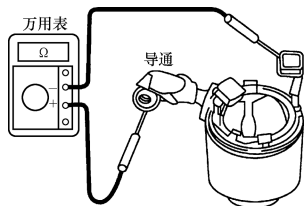


图 4-43 检查励磁线圈是否断路

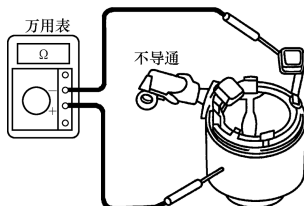


图 4-44 检查励磁线圈是否接地

4-738. 起动机电刷弹簧如何维修?

维修电刷弹簧时,可按图 4-45 所示,读取电刷弹簧从电刷上分离瞬间的拉力计读数。**标准的弹簧安装载荷为 17 ~ 23N,最小安装载荷为 12N。**若安装载荷小于规定值,应更换电刷弹簧。

用万用表电阻档检查电刷架正极与负极之间,应不导通,如图 4-46 所示。若导通,修理或更换电刷架。

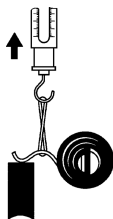


图 4-45 检查电刷的载荷

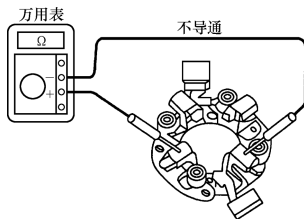


图 4-46 检查电刷架绝缘情况

4-739. 起动机离合器和驱动齿轮如何维修?

1) 检查离合器驱动齿轮是否严重损伤或磨损。如有损坏,应进行更换。

2) 检查起动机离合器是否打滑或卡滞。如图 4-47 所示,可用扳手,将离合器驱动齿轮夹在台虎钳上,在花键套筒中套入花键轴,使扳手接在花键轴上,**测得力矩应大于规定值 (24 ~ 26N·m)**,否则说明离合器打滑。反向转动离合器应不卡滞,否则修理或更换离合器总成。

4-740. 起动机电磁开关如何维修?

1) 检查电磁开关内部线圈断路、短路或接地故障。可用万用表测量线圈电阻后与标准值比较进行判断。

2) 按照图 4-48 所示连接好电路,接通开关 K 后应能听到活动铁心动作的声音,同时试灯 L 应点亮;开关 K 断开后,试灯 L 应立即熄灭。否则应更换电磁开关或更换起动机总成。

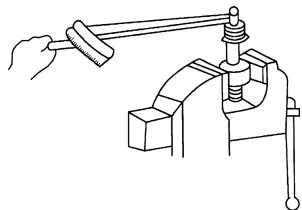


图 4-47 检查离合器工作是否正常

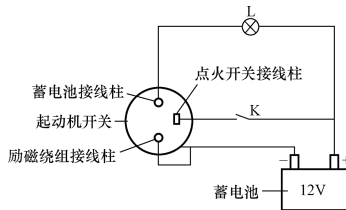


图 4-48 电磁开关的检查



4-741. 起动机空载性能如何检测?

检测时, 先将蓄电池充足电, 每项检测应在 3~5s 内完成, 以防线圈被烧坏。

1) 如图 4-49 所示, 将起动机与蓄电池和电流表(量程为 0~100A 以上的直流电流表)连接。蓄电池正极与电流表正极连接, 电流表负极与起动机“30”端子连接, 蓄电池的负极与起动机外壳连接。

2) 如图 4-50 所示, 用带夹电缆将“30”端子与“50”端子连接起来, 此时驱动齿轮应向外伸出, 起动机应平稳运转。当蓄电池电压大于或等于 11.5V 时, 消耗电流应不超过 50A, 用转速表测量电枢轴的转速应不低于 5000r/min。

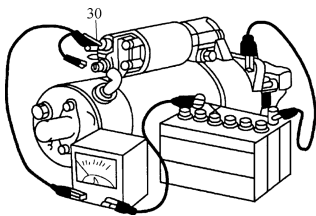


图 4-49 起动机空载试验

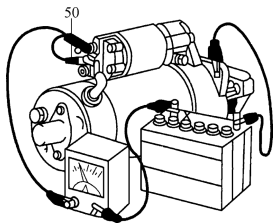


图 4-50 接通 50 端子进行试验

3) 如电流大于 50A 或转速低于 5000r/min, 说明起动机装配过紧或电枢绕组和励磁绕组有短路或接地故障。如电流和转速都低于标准值, 说明起动机电路接触不良, 如电刷与换向器接触不良或电刷弹簧弹力不足等。

4-742. 电磁开关如何检测?

(1) **吸拉动作试验** 将起动机固定到台虎钳上, 拆下起动机端子“C”上的励磁绕组电缆引线端子, 用带夹电缆将起动机“C”端子和电磁开关壳体与蓄电池负极连接, 如图 4-51 所示。用带夹电缆将起动机“50”端子与蓄电池正极连接, 此时驱动齿轮应向外移动。如驱动齿轮不动, 说明电磁开关有故障, 应予修理或更换。

(2) **保持动作试验** 在吸拉动作基础上, 当驱动齿轮保持在伸出位置时, 拆下电磁开关“C”端子上的电缆夹, 如图 4-52 所示, 此时驱动齿轮应保持在伸出位置不动。如驱动齿轮回位, 说明保持绕组断路, 应予修理。

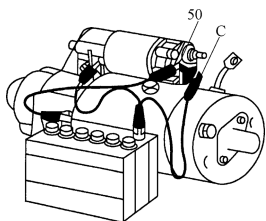


图 4-51 吸拉动作试验电路

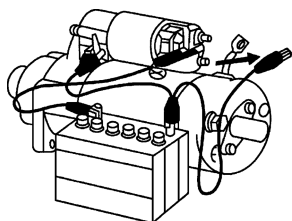


图 4-52 保持动作试验方法

4-743. 起动机如何调整与使用?

起动机修复后重新装配时, 要检查驱动齿轮与止推垫圈之间的间隙, 一般为 1.5~2.5mm。检查方法如图 4-53 所示。用导线分别将蓄电池的正极与起动机的起动接线柱“50”连接、蓄电池的负极与起动机的外壳连接, 这样使驱动齿轮到达啮合位置, 然后可检测驱动齿轮与止推垫圈



之间的间隙。

4-744. 如何诊断与排除起动机不转动的故障?

(1) **故障现象** 接通点火开关至起动档, 起动机不转动。

(2) **故障可能原因** 蓄电池内部有故障或严重亏电; 蓄电池接线柱严重锈蚀或导线连接松动; 点火开关起动档接触不良; 电磁开关吸拉绕组或保持绕组出现断路、短路故障; 接触盘与接触头严重烧蚀; 换向器严重油污或烧蚀; 电刷磨损严重, 电刷弹簧过软、折断或电刷在电刷架内卡住, 以致电刷与换向器不能接触; 起动机电枢绕组或励磁绕组断路、短路; 起动机与蓄电池间连接导线断路; 中央电路板内部电路或连接导线断路。

(3) **故障诊断与排除** 故障诊断如图 4-54 所示。

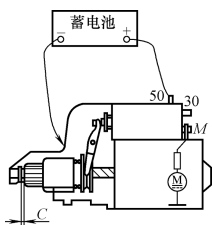


图 4-53 检查驱动齿轮与止推垫圈之间的间隙

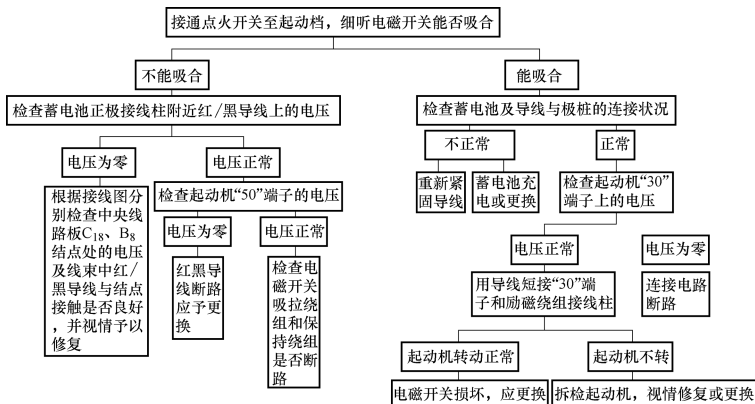


图 4-54 起动机不转动的故障诊断与排除

4-745. 如何诊断与排除起动机转动无力的故障?

(1) **故障现象** 接通点火开关至起动档位, 起动机转动缓慢无力, 发动机曲轴转速太低, 甚至起动时发出“咔嗒”一声响后便不再转动。

(2) **故障可能原因** 蓄电池内部有故障或亏电; 蓄电池接线柱与导线接触不良; 电磁开关接触盘与接触头接触不良; 换向器与电刷接触不良; 电枢绕组或励磁绕组匝间短路; 前、后支承衬套磨损严重或转子轴弯曲致使电枢与磁极相碰。

(3) **故障诊断与排除** 故障诊断如图 4-55 所示。

4-746. 如何诊断与排除起动机空转的故障?

(1) **故障现象** 接通点火开关至起动档, 起动机高速空转, 但发动机曲轴不转动。

(2) **故障可能原因** 单向离合器打滑; 拨叉与电磁开关或单向离合器与拨叉环脱开; 飞轮齿圈或驱动齿轮损坏; 起动机电枢轴支承衬套磨损严重。

(3) **故障诊断与排除** 将曲轴转动一定角度

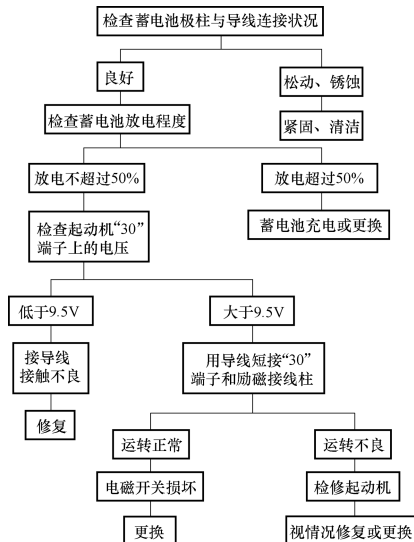


图 4-55 起动机转动无力的故障诊断与排除



后重新启动发动机,若起动正常,说明飞轮齿圈少数轮齿损坏,应更换齿圈;若起动机仍然空转,应拆下起动机检查变速器壳上电枢轴支承衬套是否磨损严重;若衬套良好,应检查单向离合器是否打滑,驱动齿轮是否损坏,拨叉与电磁开关是否脱开,拨叉各铰接部件是否磨损松旷等,并视情予以修复或更换。

4-747. 电磁开关吸合不牢的故障如何诊断与排除?

- (1) **故障现象** 接通点火开关至起动档,电磁开关吸合不牢,发出“哒、哒”声。
- (2) **故障可能原因** 蓄电池亏电或内部有故障;蓄电池接线柱与连接导线接触不良;电磁开关的保持绕组存在断路故障。
- (3) **故障诊断与排除** 检查蓄电池连接导线处有无松动。若松动,应当紧固;若锈蚀,应拆下连接。



第四节 点 火 系 统



4-748. 点火系统有何功用?

在汽油发动机中,气缸内的可燃混合气是靠高压电火花点燃的。而产生电火花是由点火系统来完成的。

点火系统的作用是将汽车电源供给的低压电转变为高压电,并按照发动机的做功顺序与点火时刻的要求,适时准确地将高压电送至各缸的火花塞,使火花塞跳火,点燃气缸内的混合气。

4-749. 发动机对点火系统有哪些要求?

在发动机不同工况和使用条件下,点火系统应保证可靠而准确地点燃混合气。为此,点火装置应满足下列三个基本要求。

- 1) 能产生足以击穿火花塞间隙的电压。
- 2) 电火花应具有足够的能量。
- 3) 点火时刻应适应发动机的工况。

4-750. 点火系统按点火能量的储存方式如何分类?

(1) **电感储能式电子点火系统** (电感放电式电子点火系统) 就是点火系统电火花的能量以磁场的形式储存在点火线圈中。

(2) **电容储能式电子点火系统** (电容放电式电子点火系统) 就是点火系统电火花的能量以电场的形式储存在专门的储能电容器中。

4-751. 点火系统按信号发生器工作如何分类?

- 1) 电磁感应式电子点火系统 (如丰田车系)。
- 2) 霍尔效应式电子点火系统 (如大众车系)。
- 3) 光电式电子点火系统 (如日产车系)。

4-752. 点火系统按照初级电路的控制方式如何分类?

- 1) 传统点火系统 (或称为蓄电池点火系统,现已淘汰)。
- 2) 电子点火系统 (应用于化油器式发动机的点火系统,如国产的解放 CA1091、东风 EQ109



及早期生产的普桑、捷达、奥迪、红旗等车型)。

3) 计算机控制点火系统(广泛应用于电控发动机的点火系统)。

4-753. 点火系统按照高压电的配电方式如何分类?

- 1) 机械配电点火系统(有分电器点火系统)。
- 2) 计算机配电点火系统(无分电器点火系统)。

在以上各种点火装置中,电感储能式电子点火系统应用较为广泛;在电感储能式电子点火系统中,以电磁感应式和霍尔效应式应用较为广泛。按配电方式来说,有分电器点火系统在中低档车中应用较为广泛,无分电器点火系统在中高档车中应用较为广泛。

4-754. 现代轿车电子点火系统的组成、功用如何?

电子点火系统随着汽车生产厂家、生产年代的不同都有所不同,但基本结构大同小异。它主要由传感器、电子控制器、点火器、点火线圈、火花塞和高压线等组成,如图4-56所示。

- 1) 传感器是监测发动机各种运行工况信息的装置。
- 2) 电子控制器(又称电控单元)的作用是根据发动机各传感器的输入信息及内存数据,进行运算、处理、判断,然后输出指令(信号),控制执行器的动作,达到快速、准确控制发动机工作的目的。
- 3) 点火器的作用是根据电子控制器输出的指令(信号),通过内部大功率晶体管的导通与截止,控制初级电流的通断,完成点火工作。有些还具有恒流控制、闭合角控制、气缸判别、点火监视等功能。
- 4) 火花塞的作用是将高压电引入气缸燃烧室,产生电火花点燃混合气。
- 5) 高压线的作用是用来连接点火线圈及各个火花塞。

4-755. 火花塞结构有何特点?

火花塞的构造如图4-57所示。中心电极用镍铬合金制成,具有良好的耐高温、耐蚀性能。中心电极做成两段,中间加有导电玻璃,由于导电玻璃和瓷绝缘体的膨胀系数相近,因此,导电玻璃主要是起密封作用。火花塞间隙多为1.0~1.2mm。

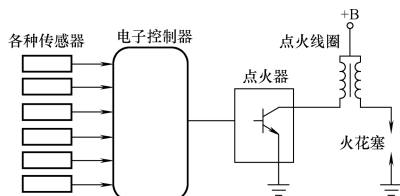


图 4-56 电子点火系统组成

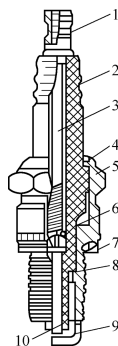


图 4-57 火花塞构造

- 1—接线螺母 2—瓷绝缘体 3—金属杆
4、8—内密封垫圈 5—壳体 6—导电玻璃
7—密封垫圈 9—侧电极 10—中心电极

4-756. 如何确定点火提前角?

在某种运转状态下,电脑综合发动机转速信号(决定离心点火提前角)、发动机负荷信号,从存储器中选出最适当的点火提前角,这个点火提前角称为基本点火提前角。基本点火提前角经



其他如发动机冷却液温度、节气门怠速开关状态、氧传感器的反馈信号、外加负荷（如空调介入、动力转向介入、挂档介入、用电器负荷介入）等修正信号修正。如果有爆燃发生，最后还要经过爆燃传感器确定的爆燃推迟角修正。

4-757. 如何确定累计记数基准点？

由于点火在压缩上止点前发生，所以向电脑反映 1 缸压缩上止点前 $\times \times^\circ$ 的信号出现的时刻必须要比点火提前角要早得多，否则第三步的累计记数就来不及了。转速信号是电脑产生 1° 信号的必备信号，没有转速信号点火和喷油则不能进行。

大众汽车发动机电脑通过凸轮轴信号轮上的标记点信号确定 1 缸活塞到达压缩上止点前 72° ，即在压缩行程活塞上行时，曲轴再转 72° 到达压缩上止点。这里 72° 是大众车系的使用值，不同车设计的 1 缸压缩上止点前标记距离上止点的度数不同。电脑则以此点为记数基准点。

4-758. 多缸点火系统如何累计记数？

发动机是 4 缸（点火顺序：1-3-4-2，点火间隔角 180° ），在 1 缸压缩上止点前 72° 信号出现，距 3 缸压缩上止点为 $180^\circ + 72^\circ = 252^\circ$ 。若点火角不变，电脑在基准点出现后累计 $252^\circ - 30^\circ = 222$ 个 1° 信号开始点火。以此类推，直到电脑综合发动机转速信号、发动机负荷信号、其他修正信号及爆燃推迟角修正后，计算出最适当的点火提前角不再是 30° 时，累计记数的数值也跟随改变，即“点火角刷新”。

4-759. 常见车系的累计记数基准点信号出现时距离 1 缸压缩上止点是多少度？

大众车系：累计记数基准点信号出现时距离 1 缸压缩上止点 72° 。

日产车系：累计记数基准点信号出现时距离 1 缸压缩上止点 70° 。

丰田车系：累计记数基准点信号出现时距离 1 缸压缩上止点 10° 。

4-760. 何谓双缸点火方式？

双缸同时点火的点火模块如图 4-58 所示。两个气缸共用一个点火线圈，即一个点火线圈有两个高压输出端，分别与一个火花塞相连，负责对两个气缸点火。气缸配对选择时，应注意当一个气缸处于压缩行程时，另一个气缸应为排气行程。双缸点火方式必须确保在排气行程中所产生的点火火花，既不能点燃要排出的残余废气，也不能点燃刚进来的新鲜混合气，所以对点火提前角的调整范围有一定的限制。

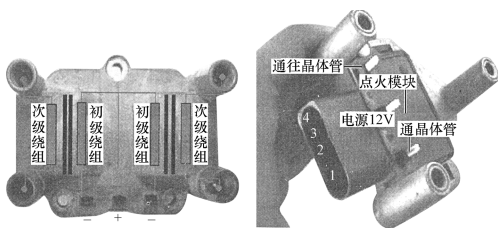


图 4-58 双缸同时点火的点火模块

4-761. 双缸点火方式控制电路图如何？

双缸点火方式的电路原理如图 4-59 所示。点火线圈组件由两个（4 缸发动机）或三个（6 缸发动机）独立的点火线圈，每个点火线圈供给成对的两个火花塞工作（4 缸发动机的 1、4 缸和 2、3 缸分别共用一个点火线圈；6 缸发动机 1、6 缸、2、5 缸和 3、4 缸分别共用一个点火线圈）。点火控制器中配有与点火线圈数量相等的功率晶体管，分别控制一个点火线圈。

4-762. 单缸独立点火电路如何？

点火系统采用独立点火方式时，每一个气缸都配有一个点火线圈，且直接安装在火花塞上方，无需高压导线。点火控制器根据 ECU 送入的点火信号和气缸识别信号输出点火控制脉冲，



按点火顺序轮流触发 VT1、VT2、VT3、VT4 导通和截止，控制各个点火线圈轮流产生高压，并将高压直接输送给与之连接的火花塞，如图 4-60 所示。

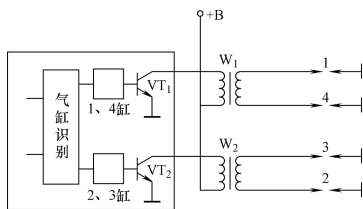


图 4-59 双缸点火电路原理

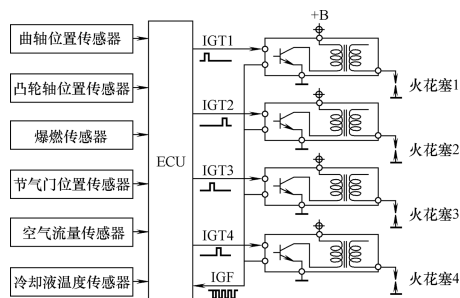


图 4-60 单缸独立点火系统电路

4-763. 单缸独立点火线圈结构有何特点？

1) 单缸独立点火线圈的**磁路由内部的圆铁心、圆铁心两端的永磁体以及圆筒形的外铁心组成**，如图 4-61 所示。在相同的初级断电电流的条件下，铁心磁通的变化率越大，输出的电压及能量就越高。由于体积小，还要有足够的输出电压和能量，笔式线圈采用了两项措施：一是铁心采用饱和磁感应强度高的晶粒取向的硅钢片，它比无取向的硅钢片饱和磁感应强度高 10% 以上，铁损减少；另一项措施是在内铁心的两端加永磁体。永磁体磁通方向与初级电流产生的磁通方向相反。这样，施加初级电流后，产生的铁心磁场由负变为正，刚好在铁心磁化曲线正负方向不饱和的直线段，对应相同的磁场强度的变化，得到比饱和段高得多的磁通变化率，从而以较小的体积实现了较高的输出。

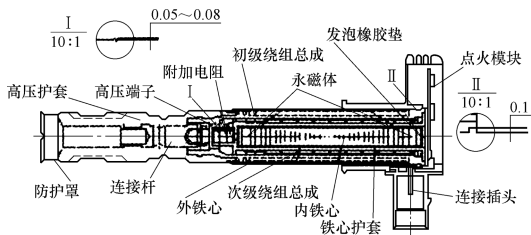


图 4-61 单缸独立点火模块结构

2) 内铁心前端是高压端子，后端是模块引线，它们之间的电位差就是高压输出的电压，要考虑前后有足够的绝缘距离。

3) 由于体积限制，笔式线圈初次级骨架、外壳的壁厚多为 0.7 ~ 1mm，而且与发动机接触，温度高。这对于外壳及初次级骨架的材料选择、结构、加工工艺都提出了较高的要求。

4) 为防止初级电流接通瞬间产生的正向高压（2kV 左右）造成的误点火，在次级回路加高压二极管：一是加耐压 3 ~ 4kV 的高压二极管；另一种是加 15kV 的瞬态电压抑制二极管。对于后一种方式，二极管装在模块上。

4-764. 大众点火系统电路如何分析？

如图 4-62 所示，点火控制电路为：打开点火开关，经 J271 主供电继电器中端子 87（端子 85 向控制单元 J623 供电），经熔丝 SB14（20A 黄色在熔丝架 B 上的 14 号熔丝），再经电路图方框连接线 71、方框连接线 43 分别向初级点火线圈端子 3 提供 12V 电压。根据电控单元 J623 的指令控制初级绕组电路通断（控制点火线圈端子 4），从而在次级绕组中感应出高电压，击穿火花塞间隙点火。

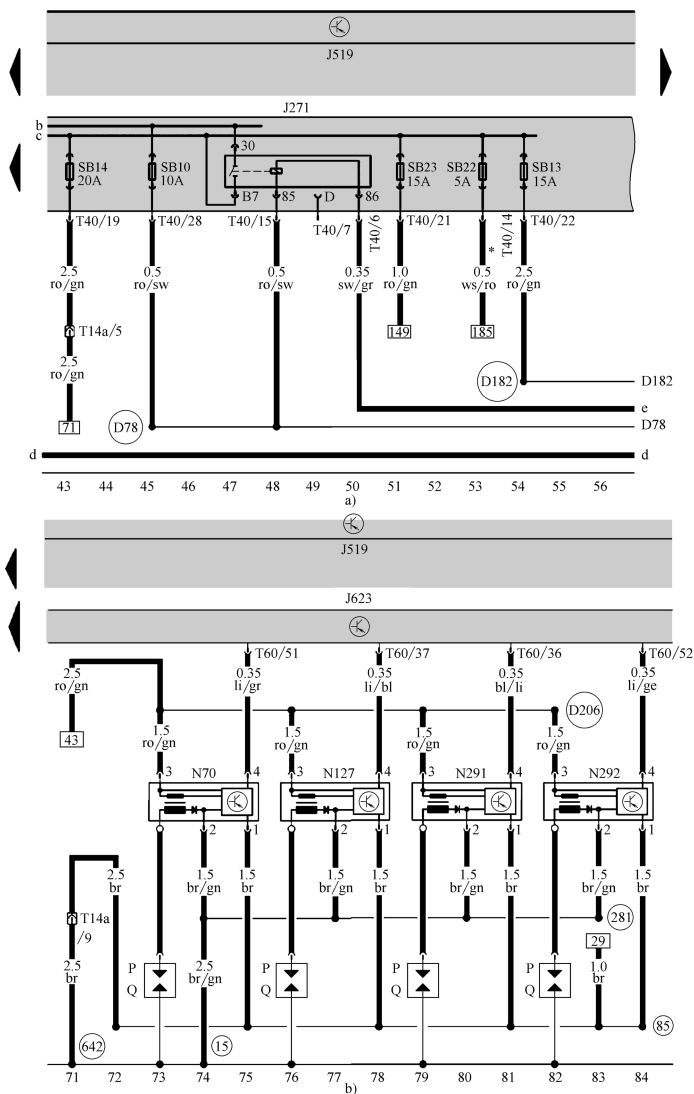


图 4-62 发动机控制单元, 带功率输出的点火线圈, 火花塞

J271—Motronic 供电继电器, 在电控箱上, 在发动机舱内左侧 (100) J519—车载电网控制单元 SB10—熔丝架 B 上的熔丝 10 SB13—熔丝架上的熔丝 13 SB14—熔丝架 B 上的熔丝 14 SB22—熔丝架 B 上的熔丝 22 SB23—熔丝架 B 上的熔丝 23 T14a—14 芯插头连接, 在蓄电池附近 T40—40 芯插头连接 D78—正极连接 1 (30a), 在车身线束中 D182—连接 3 (87a), 在车身线束中 *—仅针对配备手动变速器的汽车 J623—发动机控制单元, 在排水槽内中部 N70—带功率输出级的点火线圈 1 N127—带功率输出级的点火线圈 2 N291—带功率输出级的点火线圈 3 N292—带功率输出级的点火线圈 4 P—火花塞插头 Q—火花塞 T60—60 芯插头连接 15—接地点, 在气缸盖上 85—接地连接 1, 在发动机线束中 281—接地连接 1, 在发动机线束中 642—EC 风扇接地点 D206—连接 4 (87a), 在发动机线束中

点火线圈功率放大器检查如图 4-63 所示。

点火线圈功率放大器检查如图 4-63 所示。

闭合角的控制即点火线圈初级大功率晶体管导通时间的控制。实际应用中不是根据发动机的



转速和曲轴的转角确定通电时间。一般是点火模块根据电源电压,从点火模块内存储器中查得导通时间。发动机运转时转速越高,发电电压在调节范围内也越高,所以电压可以反映发动机转速。这样设计是考虑发动机转速和初级绕组的电感抗都与蓄电池电压有关系,可进行简化。

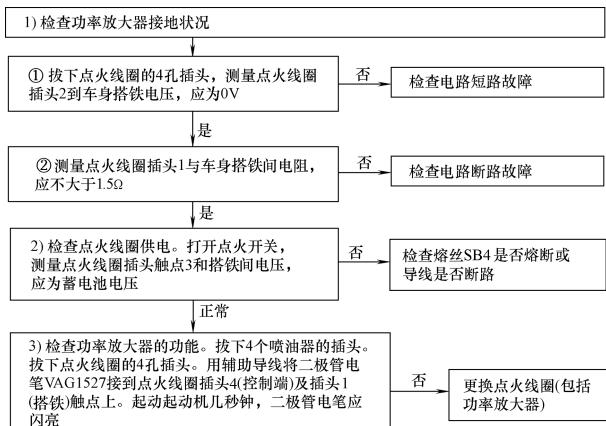


图 4-63 检查点火线圈功率放大器

4-767. 卡拉直点系统电路如何分析?

卡拉轿车采用了直接点火系统 (DIS), 可提高点火正时的精度, 减少高压损耗, 并因淘汰了分电器而提高了点火系统的整体稳定性。DIS 为单缸独立点火系统, 每个气缸都有一个带点火器的点火线圈。点火电路简图如图 4-64 所示。

点火电路如图 4-65 所示, 当点火开关打开时, 点火电压经 7.5A 2 号 IG2 点火熔丝供电给 2 号点火继电器, 此时, 2 号点火继电器线圈得电, 其触点闭合。

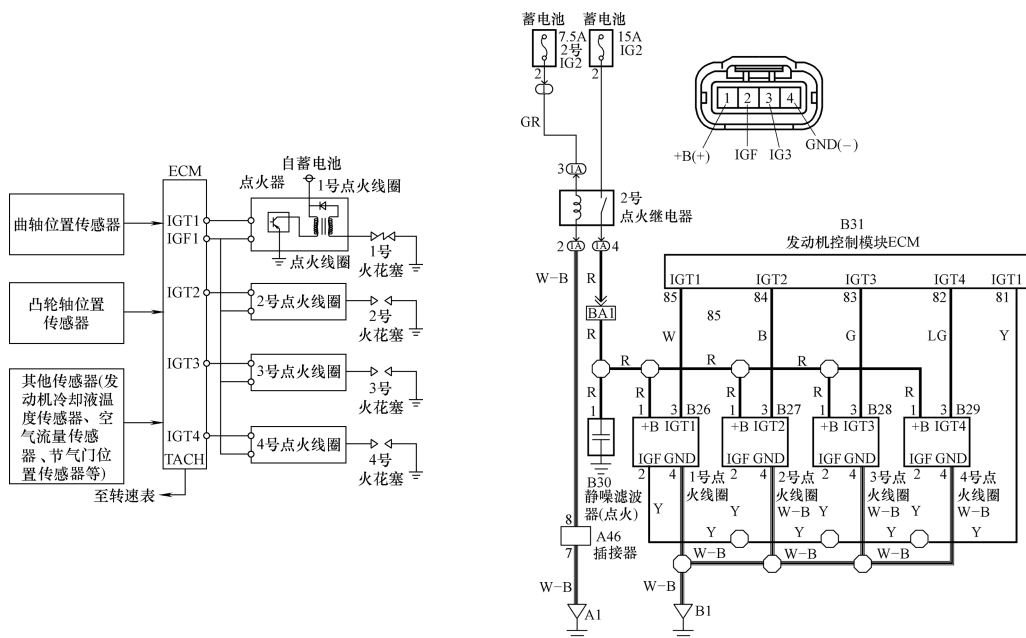


图 4-64 点火电路简图

图 4-65 点火电路



蓄电池电压→15A IG2 点火熔丝→2 号点火继电器→分别供给 1 号点火线圈 1#、2 号点火线圈 2#、3 号点火线圈 3#、4 号点火线圈 4#。其中, 点火线圈 4#接地, 点火线圈 2#为 IGF 电压信号 (点火反馈电压), 点火线圈 3#为点火正时信号电压 (IGT)。

当点火开关置于 ON 时, ECM 根据凸轮轴位置信号 G2 和曲轴位置传感器等信号确定最佳的点火闭合角 (通电时间), 向点火线圈发送点火正时控制信号 IGT, ECM 根据 IGT 信号接通或关闭点火器内功率晶体管的电源。功率晶体管进而接通或断开流向初级绕组的电流。当初级绕组中的电流被切断时, 次级绕组中产生高压, 此高压被施加到火花塞上并使其在气缸内部产生火花。一旦 ECM 切断初级绕组电流, 点火器会将点火确认 IGF 信号发送回 ECM, ECM 根据此信号给出喷油脉冲控制信号。

4-768. 新款皇冠点火电路如何分析?

新款皇冠采用了直接点火系统 (DIS)。电路如图 4-66 所示。DIS 由于取消了分电器, 提高了点火正时的准确性, 降低了高压损失并提高了点火系统的总体可靠性。DIS 为单缸独立点火系统, 该系统用一个线圈为一个气缸点火。单缸点火系统中, 一个火花塞连接到次级绕组的端部。次级绕组产生高压直接加到火花塞上, 火花塞的火花从中心电极跳到接地电极。ECM 判断点火正时并为每个气缸输出点火信号 (IGT)。点火器中的功率晶体管根据 IGT 信号切断初级点火线圈的电流, 并将高电压施加到与次级绕组端部连接的火花塞上。同时作为保护措施, 点火器也发送点火确认信号 (IGF) 到 ECM。

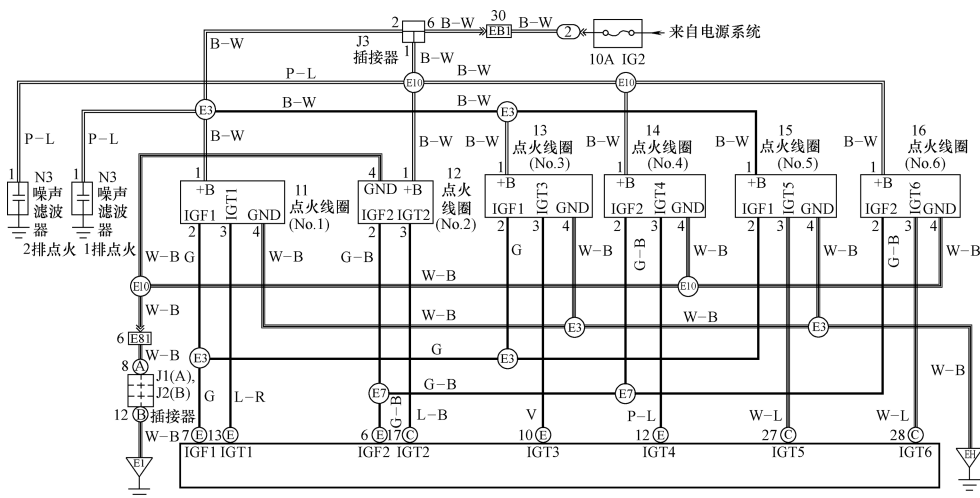


图 4-66 点火系统电路图

IG 电源经熔丝 IG2 接至 6 个点火线圈端子 B 电源端, 为点火线圈供电。端子 3 为点火控制信号输入端, 同时, 点火器反馈信号 (IGT) 将点火控制模块切断点火线圈初级电流的信号反馈给发动机 ECM, 点火线圈 4 端子为接地端。左右两侧点火器各安装一个静噪滤波器, 以滤除点火器内晶体管在导通和截止的一瞬间产生的高频自激振荡, 防止电路自激, 提高电路工作稳定性。

4-769. 捷达点火线模块如何检测?

(1) **检查条件** 蓄电池电压不低于 11.5V; 霍尔传感器正常; 发动机转速传感器正常; 29 号熔丝正常。

(2) **检查电压** 拔下点火线圈末级功率放大器的 4 孔插头。用万用表测量拔下的插头触点 2 与 4 孔之间的电压量, 如图 4-67 所示 (①~④为触点号)。打开点火开关, 规定值为不小于 11.5V。如果无电压或电压过低, 检查 4 孔插头触点 2 和继电器之间导线是否断路, 检查 4 孔插



头触点 4 和接地之间的导线是否断路。

(3) **检查触发状况** 拔下 32 号熔丝, 中断喷油器供电。用二极管试灯接到插头的触点 1 和 4 (点火输出 1)、触点 3 和 4 (点火输出 2) 之间, 起动发动机, 发光二极管应闪亮。如果发光二极管闪亮且触点 2 与 4 之间电压正常, 更换点火线圈。如果发光二极管试灯不亮, 检查导线。

(4) **检查检测盒 71 与 4 孔插头触点 1、插头 78 与触点 3 的阻值** 若导线连接情况良好, 电阻值应小于 1.5Ω 。检查导线间彼此是否短路, 若无短路, 规定值为 ∞ 。

(5) **检查次级电阻** 检查 A、B、C、D 端子上的次级电阻 1 缸与 4 缸、2 缸与 3 缸如图 4-68 所示, 规定值为 $4.0 \sim 6.0k\Omega$ 。如未达到标准值, 则更换点火线圈。

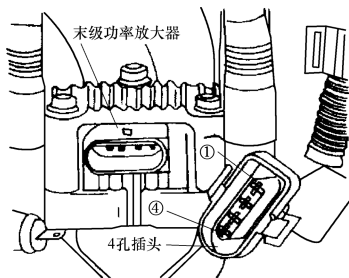


图 4-67 点火线圈末级功率放大器

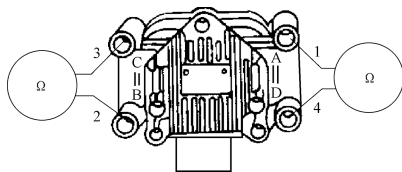


图 4-68 检查次级电阻



第五节 照明、信号装置



4-770. 照明与信号系统中有哪些灯?

- (1) **前照灯** 又称大灯、头灯。其任务是夜间运行时照明道路。功率为 $40 \sim 60W$ 。
- (2) **小灯** 又称示廓灯、示宽灯、驻车灯。其任务是汽车夜间行车或停车时, 标示其轮廓或存在。前小灯为白色, 后小灯为红色。功率为 $5 \sim 10W$ 。
- (3) **牌照灯** 安装在汽车尾部的牌照上方。灯光为白色。其作用是夜间照亮汽车牌照。功率为 $5 \sim 15W$ 。
- (4) **仪表灯** 安装在汽车仪表上, 用于夜间照亮仪表, 灯光为白色, 功率为 $2 \sim 8W$ 。
- (5) **顶灯** 安装在驾驶室的顶部, 用于驾驶室内部照明, 灯光为白色, 功率为 $5 \sim 8W$ 。
- (6) **雾灯** 其作用是雨、雾天气用来照明, 灯光为黄色, 因为黄色有良好的透雾性。功率为 $35 \sim 55W$ 。
- (7) **转向灯** 其作用是表示汽车的运行方向。左、右转向灯同时闪亮时, 表示有紧急情况。灯光为黄色。功率为 $20W$ 以上。
- (8) **制动灯** 俗称刹车灯。安装于汽车后面, 其作用是在汽车制动停车或制动减速行驶时, 向后车发出灯光信号, 以警告尾随的车辆, 防止追尾。灯光为红色。功率为 $20W$ 以上。
- (9) **倒车灯** 其作用有两个: 一个是向其他的车辆和行人发出倒车信号; 另一个是夜间倒车照明。灯光为白色。功率为 $20W$ 以上。
- (10) **指示灯** 指示某一系统是否处于工作状态。灯光为红色, 功率为 $2W$ 。如远、近光指示灯、转向指示灯、雾灯工作指示灯、空调工作指示灯、驻车制动指示灯、收放机工作指示灯、自动变速器档位指示灯等。
- (11) **警告灯** 安装在仪表板上, 用于监测汽车某一工作系统的技术状况, 当出现异常情况



时发出警告灯光信号。灯光为红色、绿色或黄色。功率为 2W。如发动机故障警告灯、机油警告灯、冷却液温度警告灯等。

(12) **其他** 还有工作灯、门灯、踏步灯、行李箱灯、阅读灯、电喇叭和蜂鸣器等。

4-771. 前照灯光学组件由哪些部件组成?

前照灯的光学组件由灯泡、反射镜和配光镜三部分组成。

(1) **灯泡** 目前汽车前照灯的灯泡有三种, 即**充气灯泡**、**卤钨灯泡**和**新型高压氙气灯**。其构造如图 4-69 所示。

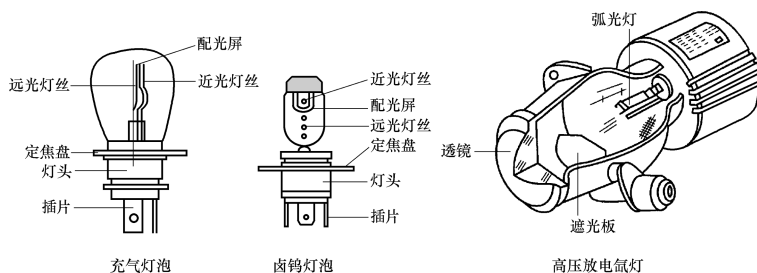


图 4-69 前照灯泡

1) 充气灯泡。充气灯泡采用钨丝作灯丝, 灯泡内充满氩和氮的混合惰性气体。在灯泡工作时, 由于惰性气体受热后膨胀会产生较大的压力, 这样可减少钨的蒸发, 故能提高灯丝的温度, 增强发光效率, 从而延长灯泡的使用寿命。

2) 卤钨灯泡。充气灯泡虽已充入惰性气体, 但仍然会因钨丝蒸发而使灯泡变黑。为了防止钨丝的蒸发, 近年来又发明了卤钨灯泡。

3) 新型高压放电氙灯由弧光灯组件、电子控制器和升压器三大部件组成, 光色和日光灯非常相似, 灯泡里没有灯丝, 取而代之的是装在石英管内的两个电极, 管内充有氮气及微量金属。其亮度是目前卤素灯泡的 3 倍左右, 克服了传统钨灯的缺陷, 完全满足汽车夜间高速行驶的需要。

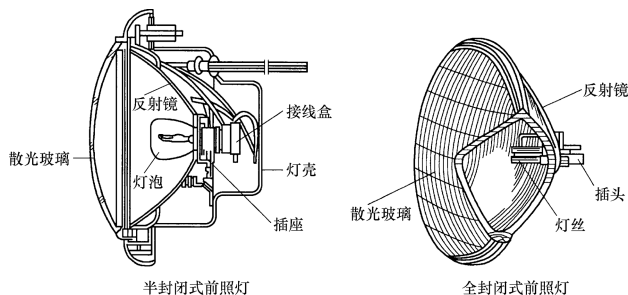


图 4-70 半封闭、全封闭前照灯

(2) **反射镜** 反射镜是抛物面形, 内表面镀银、铝或铬, 再抛光, 如图 4-70 所示。远光灯丝安装在抛物面的焦点上, 灯光经反射镜聚合, 光度增强几百倍。近光灯丝安装在抛物面的焦点上方或前方, 灯光经反射镜后, 照亮车前 50m 路面。

(3) **配光镜** 配光镜 (又称散光玻璃) 由透镜和棱镜组合而成, 外形一般为圆形或方形。其作用是使光线折射向较宽的路面。

在近光灯丝下方安配光屏, 遮住反射镜下半部分光线, 避免近光灯束向斜上方照射。若采用非对称式配光, 则在近光灯丝下方安配光屏时, 配光屏偏转一个角度, 使近光的光形分布不对称, 达到防止眩目的目的。

4-772. 常见的外部灯具有哪些?

常见的外部灯具具有前照灯、转向灯、示宽灯和倒车灯等, 如图 4-71 所示。

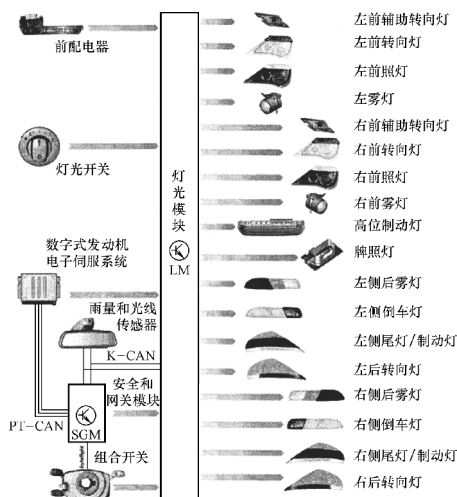


图 4-71 外部灯具

4-773. 常见的内部灯具有哪些?

常见的内部灯具具有仪表灯、阅读灯、行李箱灯、驾驶人脚部灯和迎宾灯等，如图 4-72 所示。

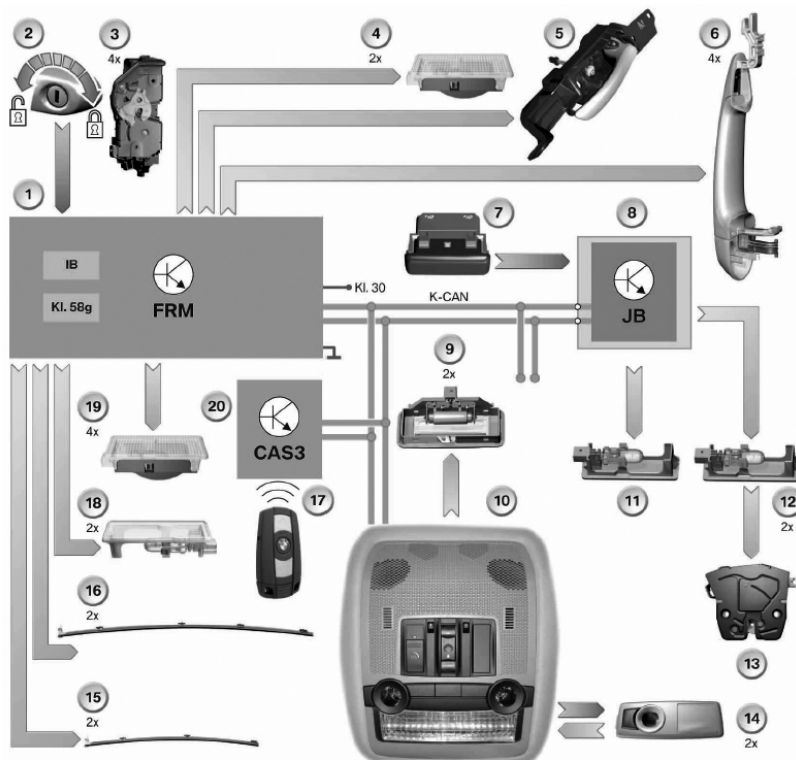


图 4-72 宝马 E70 内部灯具网络图

- 1—脚部空间模块 FRM 2—驾驶人车门锁芯 3—带有车门触点的车门锁 4—前部脚部空间照明灯，2 个
5—车门内侧拉手外壳照明装置 6—车门外侧拉手进出车门照明装置，4 个 7—杂物箱按钮 8—接线盒控制单元 JB
9—化妆镜照明灯，2 个 10—车顶功能中心 11—杂物箱照明灯 12—行李箱照明装置 13—行李箱盖中控锁
14—后部车内照明灯/阅读灯，2 个 15—后部车门杂物箱照明装置 16—前部车门杂物箱照明装置 17—识别发射器
18—脚部空间照明灯，2 个 19—下车照明灯，4 个 20—便捷登车及起动系统 3CAS3 K—CAN—车身 CAN
K1.30—总线端 30 K1.58g—总线端 58g 1B—车内照明控制



4-774. 氙气灯构造有何特点?

氙气灯一般来说由氙气灯泡、电子增压器（即镇流器或稳压器等）和线组等组成，如图 4-73 所示。

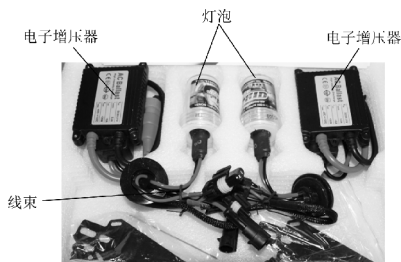


图 4-73 氙气灯组件

(1) **氙气灯泡** 氙气灯泡无灯丝，靠两个电极产生的火花使气体电离发光，不存在灯泡钨丝烧断的问题，其结构如图 4-74 所示。

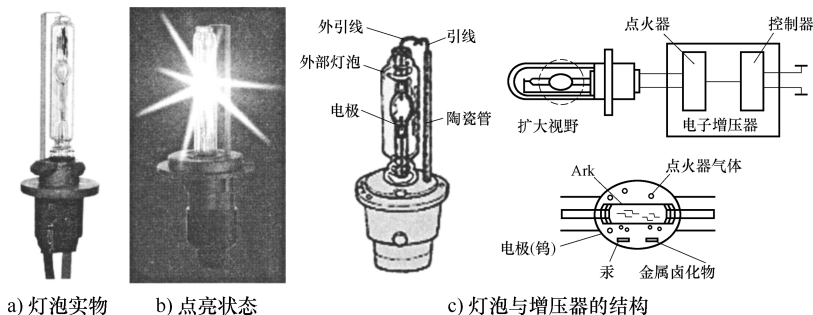


图 4-74 氙气灯泡

(2) **电子增压器** 电子增压器将 12V 的直流电压，经过一系列的转换、控制、保护、升压、变频等动作后，产生一个瞬间 20kV 的高压点亮氙气灯泡，当灯泡点亮后再维持 85V 的交流电压状态，如图 4-75 所示。

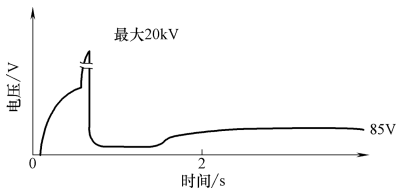


图 4-75 氙气灯电子增压的工作电压

(3) **氙气灯线组** 该线组一般采用阻燃材料做成，通过加大电源线的截面积，提高了电流通过能力，保证了氙气灯的正常工作。

4-775. 氙气灯是如何工作的?

在氙气灯泡的石英玻璃管内，充填氙气等惰性气体与碘化物。通过电子增压器将车上 12V 的直流电压瞬间增压至 20kV，经过高压振幅激发灯泡石英管内的氙气电子游离，在两电极之间产生光源，即气体放电。氙气灯产生的是白色超强电弧光，工作时所需的电流仅为 3.5A，亮度是传统卤素灯泡的 3 倍，使用寿命比传统卤素灯泡长 10 倍。因此，氙气灯被大量车型选装。



4-776. 前照灯自动变光是如何工作的?

夜间行驶时,为防止造成对面车辆驾驶人眩目,驾驶人必须频繁变光,这样会分散驾驶人的注意力,影响安全。自动变光装置可使车辆根据对面来车灯光的强度自动变换前照灯的远近光。

自动变光系统由透镜、光敏传感器、放大器、灯光继电器和前照灯组成。其中透镜起聚光作用。光敏传感器是感光元件,其阻值与光的强度成反比,即光越强,阻值越小;光越弱,阻值越大。放大器的作用是将光敏传感器信号放大。

整个自动变光系统工作原理如下:

当迎面车辆的灯光照到前照灯上时,透镜将光线聚焦在光敏传感器上,阻值的变化信号通过放大器放大后,输送到前照灯继电器,继电器将远光变为近光。当车辆驶过,光线变暗,放大器无信号输出,灯光由近光变回远光。

4-777. 前照灯自动变光电路如何分析?

自动变光器主要由感光器 (VD_1 、 VD_2)、放大电路 (VT_1 、 VT_2 、 VT_3 、 VT_4) 和变光继电器组成。在夜间行车无迎面来车灯光照射时,灯光传感器 (VD_1 、 VD_2) 的内阻较大,使得 VT_1 基极没有导通所需的正向电压而截止,于是 VT_2 、 VT_3 、 VT_4 的基极也都因无正向导通电压而截止,继电器 W 线圈不通电,其常闭触点接通远光灯。前照灯自动变光电路如图 4-76 所示。

当有迎面来车或道路有较好的照明度时, VD_1 、 VD_2 因受灯光照射而使其电阻下降,使 VT_1 基极电位升高而导通, VT_2 、 VT_3 、 VT_4 的基极也随之有正向偏压而导通。于是,继电器线圈通电,使其常闭触点打开,常开触点闭合,前照灯由远光自动切换为近光。

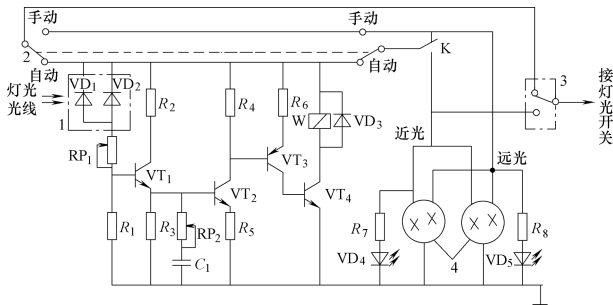


图 4-76 前照灯自动变光电路

会车结束后, VD_1 、 VD_2 因无强光照而电阻增大,使 VT_1 又截止。此时,由于 C_1 的放电,使 VT_2 、 VT_3 、 VT_4 仍保持导通,约 1~5s 后,待 C_1 放电至 VT_2 不能维持导通状态时,继电器线圈才断电,前照灯恢复远光照明。延时恢复远光可避免会车过程中由于光照度突变而引起频繁变光,以提高近光会车的可靠性。延时的时间可通过电位器 RP_2 进行调整。

该变光控制电路可使前照灯在 150~200m 处有迎面来车时,自动从远光转变为近光,待会车结束后,又自动恢复前照灯远光照明;在市区有良好路灯照明的情况下,可保持前照灯近光照明。自动/手动转换开关可以让驾驶人选择自动或手动变光,在自动变光器失效的情况下,通过此开关仍可以实现人工操纵变光。

4-778. 前照灯延时控制电路如何分析?

该电路具有前照灯在电路被切断情况下,仍继续照明一段时间后自动熄灭,为驾驶人下车离开提供一段照明时间的功能,如图 4-77 所示。电路主要由晶闸管 U_v 与单结晶体管 T_1 组成。电路工作原理:当汽车停驶切断点火开关时,晶体管 VT_1 处于截止状态,12V 电源 $\rightarrow R_3 \rightarrow R_4 \rightarrow C_1 \rightarrow$ 接地,给 C_1 充电;当 C_1 上的电压达到单结晶体管 VT_2 的导通电压时, VT_2 导通, C_1 通过 $\rightarrow VT_2 \rightarrow R_7$ 放电;于是在 R_7 上产生一个电压脉冲,使晶体管 VT_3 瞬时导通,消除加在晶闸管 U_v 上的正向电压,使晶闸管 U_v 关断;随后, VT_3 很快恢复截止, U_v 还来不及导通,前照灯继电器 J



线圈失电,使其触点从常开位置回到常闭位置,将前照灯电路切断,实现自动延时关灯的功能。

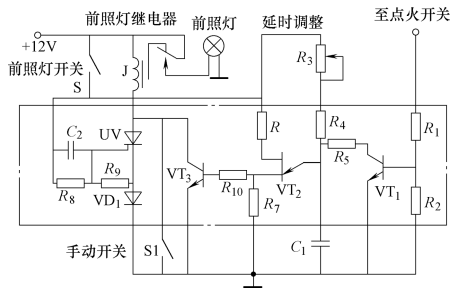


图 4-77 前照灯延时电路

4-779. 氙气前照灯电路如何分析?

氙气灯远近光共用一个灯泡,但在结构上增加了远光电磁线圈,如图 4-78 所示。电磁线圈控制前照灯灯罩的移动,灯罩的作用使近光变为远光。近光时,BCM 控制灯泡两电极的点火,从而点亮灯泡;远光时,BCM 点亮灯泡的同时,控制远光电磁线圈通电,电磁线圈使灯罩移动,灯光由近光变成了远光。

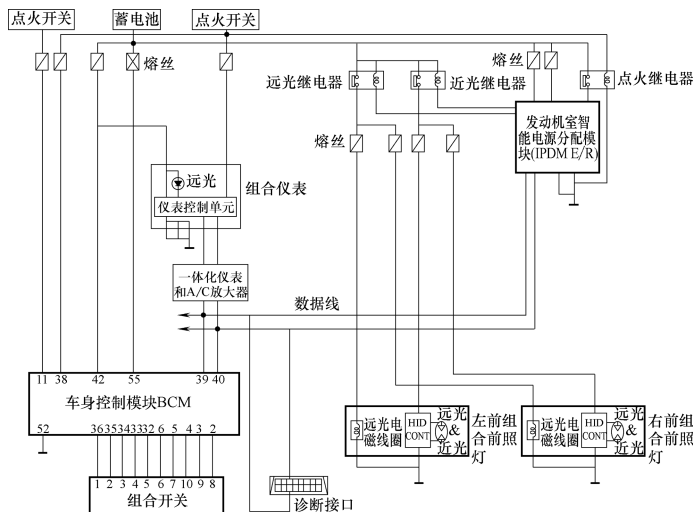


图 4-78 氙气灯控制电路图

4-780. 自适应前照灯系统 (AFS) 组成如何?

AFS 是由传感器组、传输通路、处理器和执行机构组成的系统。

AFS 的执行机构是由一系列的电动机和光学机构组成的,一般有投射式前照灯,对前照灯垂直角度进行调整的调高电动机,对前照灯水平角度进行调整的旋转电动机,对基本光型进行调整的可移动光栅等。

AFS 前照灯的随动转向功能可使前照灯向上、下、左、右四个方向运动,具有水平动态调节和转弯动态调节功能。水平调节是在后排载重较大导致车头上扬时,根据前桥和后桥的两个水平传感器信号控制电动机自动调节水平;转弯调节是根据车身回转模块传感器信号控制电动机来调节水平方向的照射范围,如图 4-79 所示。



4-781. AFS 自适应前照灯是如何工作的？

要实现 AFS 自适应随动转向的照明功能，AFS 必须要从不同的传感器取得车辆的不同行驶信息。例如：为了实现弯道旋转照明的功能，要从车速传感器获取车速、转向盘角度传感器获取转向盘转角、车身高度传感器获取车身倾向角度等信息。在通常的情况下，AFS 所需部分信息也被其他控制系统采用，即 AFS 实际上要和其他的系统共用一些传感器，所以，必须通过总线通信才能实现这些传感器信息的共享，如图 4-80 所示。**前照灯可以在转弯时对灯光进行动态调节，这种前照灯的投射模块内装有一个电动机，该电动机可在车辆转弯时在水平方向上改变灯光照射方向。**前照灯的透镜和支架并不转动。灯光转动的角度在转弯方向的内侧可达 15° 、外侧可达 7.5° ，使内侧视线宽阔，外侧较暗，防止迎面驾驶人眩目，如图 4-81 所示。这个角度变化可使车辆在转弯时得到更好的照明效果。这时灯光转弯内模块的转动角是外模块的 2 倍。这样就可 在相同的灯光强度的情况下，得到最大的照亮范围。

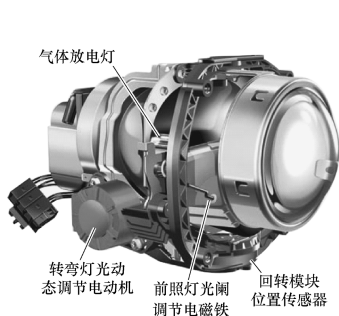


图 4-79 AFS 前照灯结构

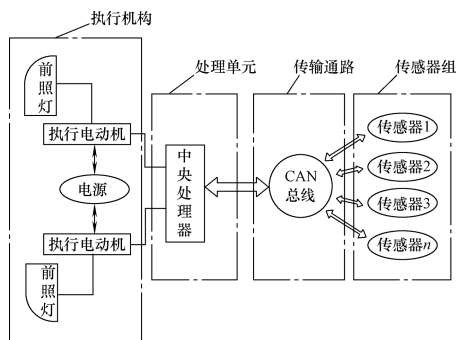


图 4-80 AFS 系统控制图

水平调节与转弯调节装置的传感器、执行器（电动机）、控制模块之间的数据交换电路，如图 4-82 所示。

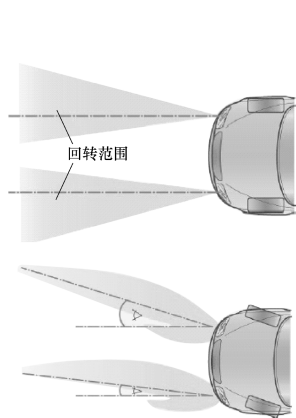


图 4-81 前照灯转弯调节角度

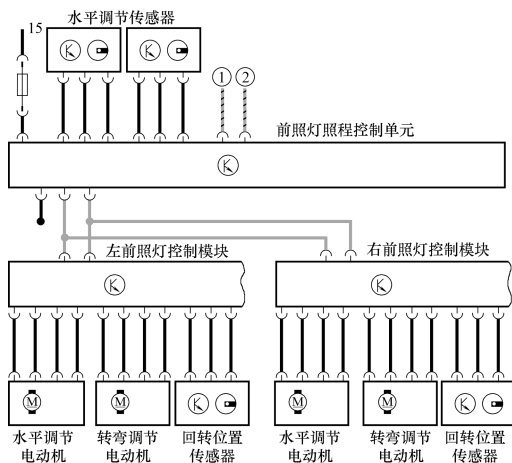


图 4-82 AFS 前照灯电路

4-782. 卡罗拉前照灯电路如何分析？

前照灯的近光、远光受前照灯变光开关 E60 控制，电路如图 4-83 所示。

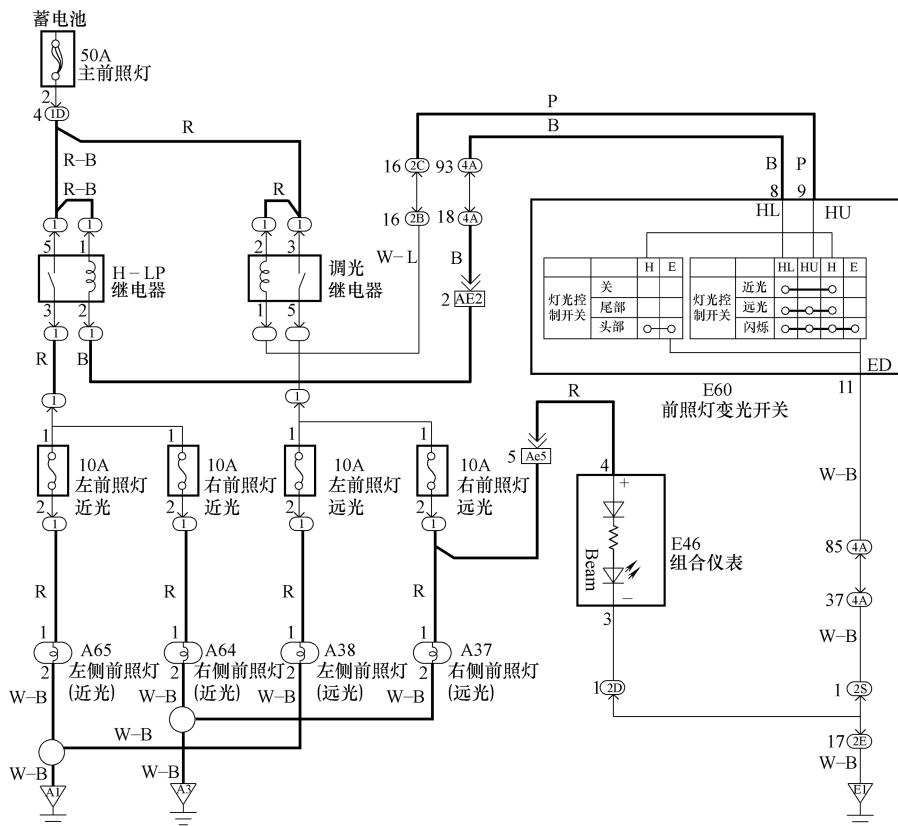


图 4-83 前照灯电路图

近光电路：蓄电池电压→20A 主前照灯熔丝→H-LP 继电器线圈→前照灯变光开关 E60 的 8 端子→前照灯变光开关 E60 的 11 端子→E1 接地。此时，H-LP 继电器线圈得电，其触点闭合。

蓄电池电压→20A 主前照灯熔丝→H-LP 继电器触点后分两路：一路经 10A 左前照灯近光熔丝→左侧前照灯近光灯 A6→A1 接地；另一路经 10A 右前照灯近光熔丝→右侧前照灯近光灯 A64→A3 接地。此时，左、右前照灯近光灯均亮。

远光电路：当前照灯变光开关 E60 置于远光档，且位于头部位置时，E60 的 9 端子与 11 端子导通。

蓄电池电压→20A 主前照灯熔丝→调光继电器线圈→前照灯变光开关 E60 的 9 端子→前照灯变光开关 E60 的 11 端子→E1 接地。此时，调光继电器线圈得电，其触点闭合。

蓄电池电压→20A 主前照灯熔丝→调光继电器触点后分两路：一路经 10A 左前照灯远光熔丝→左侧前照灯远光灯 A38→A1 接地；另一路经 10A 右前照灯远光熔丝后又分两路，一路到右侧前照灯远光灯 A37→A3 接地，另一路到组合仪表 E46 的 4 端子→组合仪表内远光灯指示灯→E1 接地。此时，左、右前照灯远光灯及仪表内远光指示灯均亮。

4-783. 卡罗拉前照灯自动控制电路如何分析？

带自动灯控的前照灯电路如图 4-84 所示。前照灯的近光灯、远光灯是否工作受车身 ECU 和前照灯变光开关 E8 的控制。



图 4-84 前照灯自动控制电路图



当前照灯变光开关 E8 中的灯光控制开关置于头部档时, E8 的 20 端子与 12 端子导通, 车身 ECU200 的 C12 端子输入接地信号; 当 E8 中的调光开关置于远光档时, 前照灯变光开关 E8 的 11 端子与 12 端子导通, 车身 ECU E50 的 8 端子输入接地信号; 当 E8 中的调光开关置于闪烁档时, 前照灯变光开关 E8 的 11 端子、17 端子与 12 端子导通, 车身 ECU E50 的 8 端子和 A22 端子同时输入接地信号。

近光电路: 当车身 ECU 的 A20 端子输出接地信号时, H-LP 继电器通电, 其触点闭合。蓄电池电压→50A 主前照灯熔丝→H-LP 继电器触点后分两路: 一路经左前照灯近光灯熔丝→左侧前照灯近光灯 A65 (或 A40)→A1 (或 A2) 接地; 另一路经右前照灯近光灯熔丝→右侧前照灯近光灯 A64 (或 A39)→A3 (或 A4) 接地。此时, 左前照灯近光、右前照灯近光灯均亮。

远光灯电路: 车身 ECU 的 B3 端子输出接地信号, 调光继电器线圈得电, 此时, 调光继电器触点闭合。蓄电池电压→20A 主前照灯熔丝→调光继电器触点后分两路: 一路经 10A 左前照灯远光灯熔丝→左侧前照灯远光灯 A38→A1 或 A2 接地; 另一路经 10A 右前照灯远光灯熔丝后又分两路, 一路到右侧前照灯远光灯 A37→A3 或 A4 接地, 另一路到组合仪表 E46 的 4 端子→组合仪表内部远光灯指示灯→E1 接地。此时, 左侧前照灯远光灯、右侧前照灯远光灯及组合仪表内的远光指示灯均亮。

4-784. 汽车信号装置的组成部件有哪些?

汽车信号装置包括灯光信号装置和声音信号装置两部分。主要作用是通过声、光信号向环境 (如人、车辆) 发出警告、示意信号, 以引起有关人员注意, 确保车辆行驶的安全。灯光信号有: 转向信号灯, 装于汽车前后或侧面, 用于在汽车转弯时发出明暗交替的闪光信号; 危险警告灯, 当车辆出现故障停在路面上时, 按下危险警告开关, 全部转向灯同时闪亮, 危险警告灯与转向信号灯共用; 示宽灯 (前小灯), 装于汽车前后两侧边缘, 白色, 用于标示汽车夜间行驶或停车时的宽度轮廓; 尾灯, 装于汽车尾部, 左右各一只, 红色, 用于在夜间行驶时间向后面的车辆或行人提供位置信息; 制动灯, 装于汽车后面, 用于当汽车制动或减速停车时, 向车后发出灯光信号, 以警示随后车辆及行人; 倒车灯, 装于汽车尾部, 左右各一只, 白色, 用于照亮车后路面, 并警告车后的车辆和行人, 该车正在倒车。声音信号有倒车蜂鸣器、语音、电喇叭等。

4-785. 丰田卡罗拉转向和危险警告灯电路如何分析?

转向与危险警告灯电路主要由转向信号闪光灯继电器控制, 电路如图 4-85 所示。

蓄电池电压经 10A 转向-危险熔丝后供电给闪光灯继电器的 4 端子, 来自于点火开关的电压经 10A-2 号 ECU-IG 熔丝后供电给闪光灯继电器的 1 端子。

闪光灯继电器的 7 端子为接地端子, 经 E1 接地。闪光灯继电器的 8 端子外接危险警告信号开关, 当按下危险警告灯开关, 闪光灯继电器的 8 端子接地, 闪光灯继电器收到危险警告信号。闪光灯继电器的 5 端子、6 端子外接前照灯变光开关总成 E8 (E60)。

当 E8 置于“左”档时, E8 (E60) 的 A15 (B5) 端子与 A12 (B7) 端子接通, 信号经转向信号闪光灯继电器的 5 端子→前照灯变光开关总成 E8 (E60) 的 A15 (B5) 端子→前照灯变光开关总成 E8 (E60) 的 A12 (B7) 端子→E1 接地。此时, 闪光灯继电器内部左转向触点闭合, 电压经闪光灯继电器的 3 端子输出分三路: 第一路经左后组合灯 L7→插接器 L34 的 4 端子→插接器 L34 的 1 端子→L3 接地, 左后组合灯 L7 中的转向灯亮起; 第二路经组合仪表 E46 的 6 端子→组合仪表内部的左转向指示灯→组合仪表内部接地, 组合仪表上的左转向指示灯亮起; 第三路到插接器 A48 (A49) 的 A1 端子后又分两路, 一路从插接器 A48 (A49) 的 B5 端子→左前转向信号灯 A7→A1 接地, 另一路从插接器 A48 (A49) 的 B6 端子→左侧转向信号灯 A6→A1 接地。此时, 左前转向信号灯和左侧转向灯均亮起。

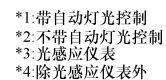


图 4-85 转向危险警告灯电路



当 E8 置于“右”档时, E8 (E60) 的 A13 (B6) 端子与 A12 (B7) 端子接通, 信号经转向信号闪光灯继电器的 6 端子→前照灯变光开关总成 E8 (E60) 的 A13 (B6) 端子→前照灯变光开关总成 E8 (E60) 的 A12 (B7) 端子→E1 接地, 此时, 闪光灯继电器内部右转向触点闭合, 电压经闪光灯继电器的 2 端子输出分三路: 第一路经右后组合灯 L29→插接器 L34 的 11 端子→插接器 L34 的 1 端子→L3 接地, 右后组合灯 L29 中的转向灯亮起; 第二路经组合仪表 E46 的 5 端子→组合仪表内部的右转向指示灯→组合仪表内部接地, 组合仪表上的右转向指示灯亮起; 第三路到插接器 A48 (A49) 的 B1 端子后又分两路, 一路从插接器 A48 (A49) 的 A5 端子→右前转向信号灯 A18→A3 接地, 另一路从插接器 A48 (A49) 的 A6 端子→右侧转向信号灯 A18→A3 接地。此时, 右前转向信号灯和右侧转向灯均亮起。

转向灯的导通时间受转向闪光灯继电器的控制。

4-786. 集成闪光器是如何工作的?

将产生脉动电流的电子电路集成化, 就构成了集成电路闪光器。集成电路闪光器如图 4-86 所示。它是一种低功耗、高精度的汽车电子闪光器, 可在 9~18V 的电压范围内正常工作。其中 U243B 采用双列 8 端子直插塑料封装, **内部电路主要由输入检测电路 SR、电压检测电路 D、振荡电路 Z 及输出电路 SC 四部分组成。**输入检测电路 SR 用于检测转向灯开关是否接通, 以控制振荡器的工作。振荡器由一个电压比较器和外接的电阻 R_4 和电容 C_1 组成, 内部电路给比较器的一端提供了一个参考电压, 其电压值由电压检测电路控制, 比较器的另一端则由外接的电阻 R_4 和电容 C_1 提供一个变化的电压, 从而构成振荡电路。当振荡器工作时, 通过输出电路控制继电器 K 线圈的通断电, 并使继电器触点间歇打开和闭合, 以使转向灯闪烁。

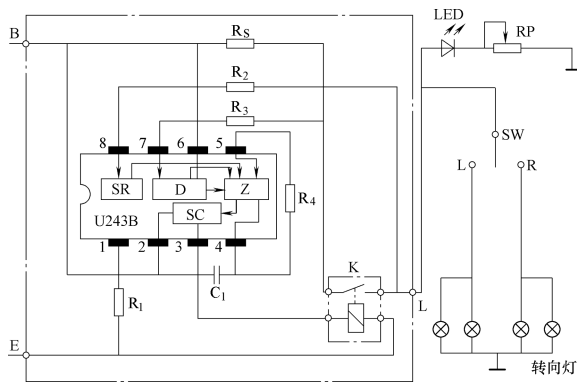


图 4-86 闪光器工作原理图

SR—输入检测电路 D—电压检测 Z—振荡器 SC—输出级 R_s —取样电阻 K—继电器
LED—指示灯 SW—转向灯开关 U243B—闪光器集成块 B—电源端子 E—接地端子

该闪光器的闪光频率为 80 次/min, 如果有一边的转向灯烧坏, 流过取样电阻 R_s 的电流就会减小, 其电压降随之降低。电压检测电路 D 检测到 R_s 上的这一电压变化后, 便改变提供给电压比较器的参考电压, 从而改变了振荡器的振荡频率, 使转向指示灯的闪光频率加快一倍 (每分钟 160 次), 以提示驾驶人及时检修。集成电路闪光器体积小、工作可靠性高, 因而在汽车上使用越来越多。

4-787. 数字仪表有何特点?

随着计算机技术的普及应用, 当今主流汽车普遍使用数字式组合仪表。数字式仪表采用总线协议, **主要由控制单元、传感器和显示装置组成。**这种数字式仪表具有指示精度高、重复性好、



分度均匀、响应速度快、无抖动，产品稳定性强、可靠性高和通用性好等特点。车用组合仪表由仪表、警告灯、指示灯和行车电脑信息显示屏组成，它会显示提醒驾驶人安全驾驶所需的信息，如图 4-87 所示。

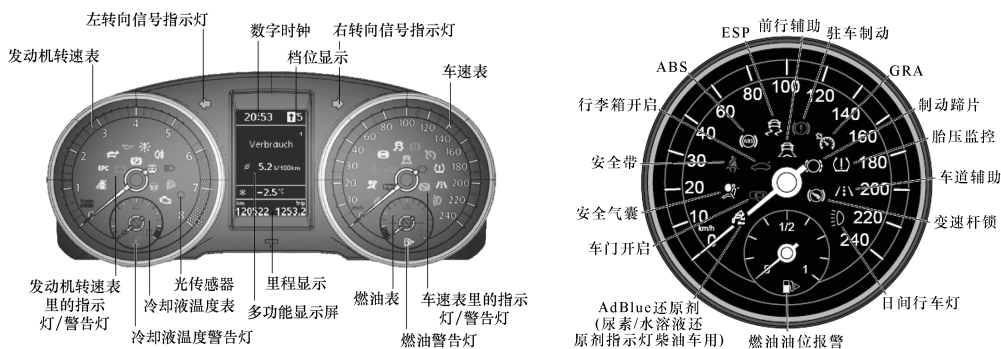


图 4-87 新款高尔夫 A6 仪表

4-788. 平视显示装置结构有何特点？

平视显示装置（HUD）最早用做航空器上的飞行辅助仪器。即飞行员不需要低头就能够看到他需要的重要信息，降低了飞行员需要低头查看仪表的频率，避免注意力中断以及丧失对状态意识的掌握。因为 HUD 的方便性以及能够提高安全性，近年来很多汽车制造厂商也装有类似的显示装置，即将仪表的内容投射在前风窗玻璃上。

如图 4-88 所示，仪表图像是由荧光显示器投影到风窗玻璃上的。在前风窗玻璃上设置有反光膜，高亮度荧光显示管把图像投射到反射膜上。

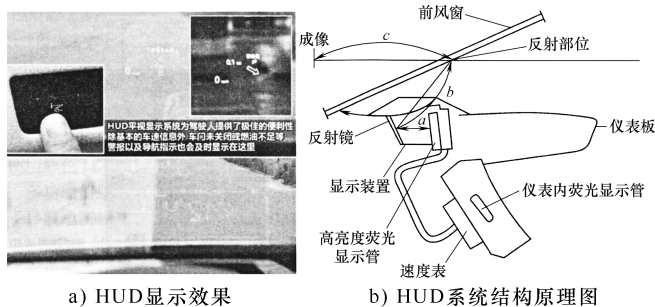


图 4-88 平视显示装置

4-789. 数字仪表组成如何？

汽车数字式仪表虽然有三大类型，但它们的组成基本相同，均可以用图 4-89 所示的框图来表示。通常是由传感器检测电路、输入接口电路、主控制中央处理器电路、显示和执行电路等构成的。为了大规模生产和安装方便，生产厂家多将各部分电路制作成模块方式，有的还将几个部分电路集成在一起制成复合模块方式。

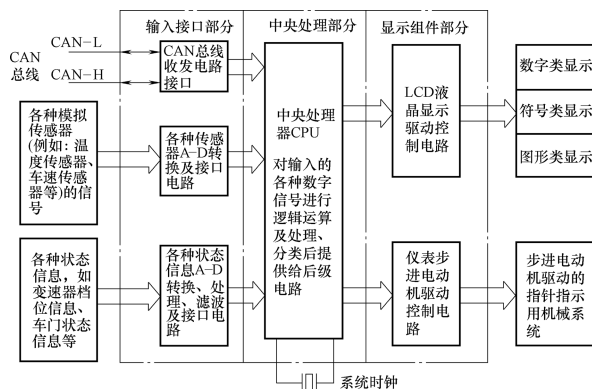


图 4-89 数字仪表结构

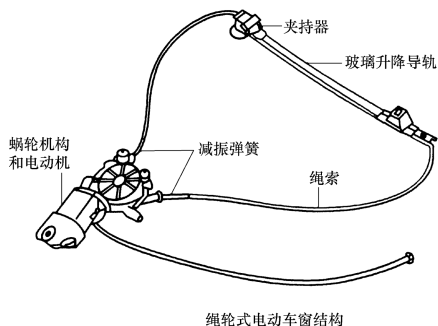


第六节 其他电器设备

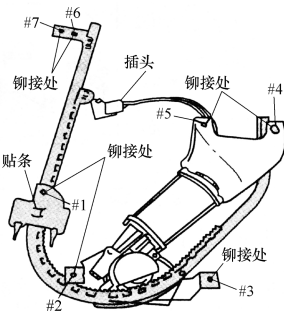


4-790. 电动车窗构造有何特点？

电动车窗系统主要由双向直流电动机、车窗玻璃升降器、控制开关、继电器、断路器等装置组成。电动机有永磁式和双绕组串励式两种。每个车窗都装有一个电动机，通过开关控制它的电流或磁场方向，使车窗玻璃上升或下降。车窗玻璃升降器常见的有绳轮式和软轴式两种，如图4-90所示。



绳轮式电动车窗结构



软轴式电动车窗结构

图 4-90 车窗升降器

4-791. 丰田卡罗拉电动车窗电路如何分析？

丰田卡罗拉电动车窗电路如图4-91所示。车身ECU的13端子是信号输出控制端子，当车身ECU的13端子输出高电平信号时，电源继电器线圈得电，其触点闭合，蓄电池电压→主熔丝→120AALT熔丝→电源继电器触点后分三路供电：

第一路经30A电源熔丝后分两路：一路供电给电动车窗主开关的6端子；另一路供电给右前电动车窗升降开关H7的3端子。

第二路经20A右后车门熔丝后供电给右后电动车窗升降器开关J1的3端子。

第三路经20A左后门熔丝后供电给左后电动车窗升降器开关K1的3端子。

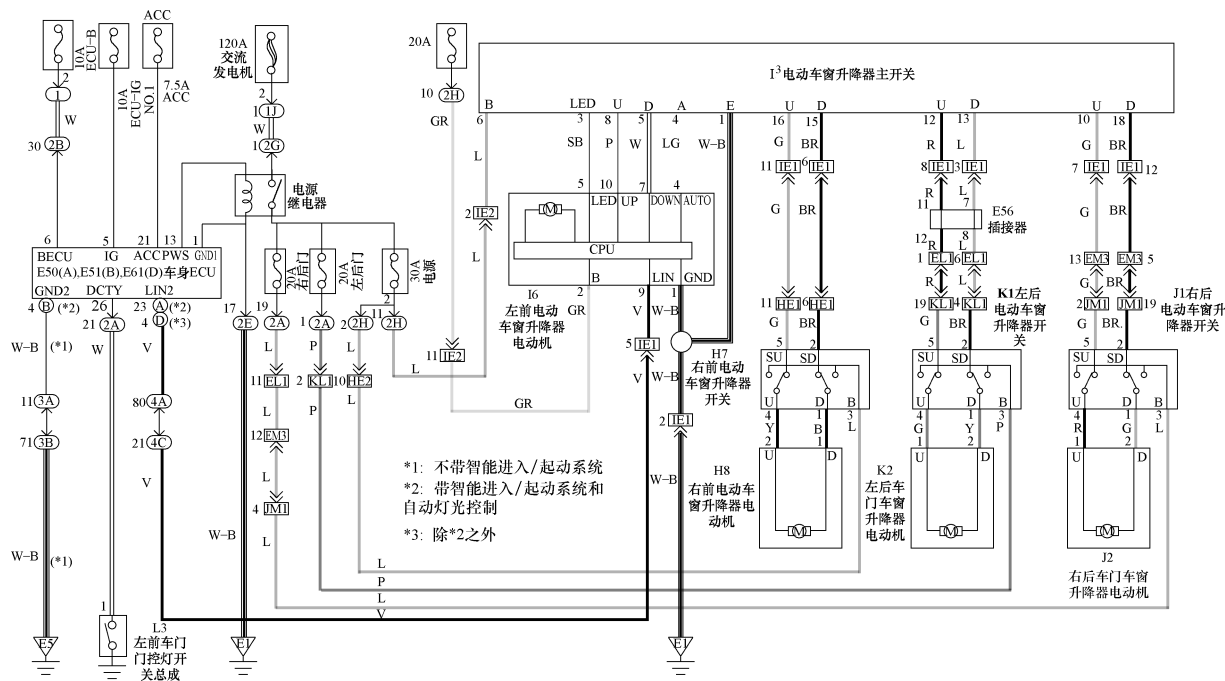


图 4-91 电动车窗电路图



(1) **左前侧电动车窗调节电路** 蓄电池电压经 20A 电源熔丝后供电给左前电动车窗调节电动机 I6 的 2 端子；电动车窗主开关的 1 端子和左前电动车窗调节电动机 I6 的 1 端子都为接地端子，电动车窗主开关的 5 为电动车窗下降控制信号，电动车窗主开关的 8 为电动车窗上升控制信号。当按下电动车窗“UP”按钮时，左前电动车窗上升关窗；当按下电动车窗“DOWN”按钮时，左前电动车窗下降开窗。

(2) **右前侧电动车窗调节电路** 电动车窗主开关的 16 和 150 外接前乘客侧电动车窗开关的 5 端子和 2 端子。当按下右前电动车窗升降开关“UP”按钮时，右前电动车窗升降器开关 3 端子和 4 端子接通，1 端子和 2 端子接通。经 30A 电源熔丝的电压→右前电动车窗升降器开关 3 端子→右前电动车窗升降器开关 4 端子→右前电动车窗升降器开关调节电动机→右前电动车窗升降器开关 1 端子→右前电动车窗升降器开关 2 端子→电动车窗主开关 15 端子，经电动车窗主开关内部接地。此时，右前电动车窗升降器调节电动机得电，车窗上升关窗。

当按下右前电动车窗升降器开关“DOWN”按钮时，右前电动车窗升降器开关 3 端子和 1 端子接通，4 端子和 5 端子接通。经 30A 电源熔丝的电压→右前电动车窗升降器开关 3 端子→右前电动车窗升降器开关 1 端子→右前电动车窗升降器调节电动机→右前电动车窗升降器开关 4 端子→右前电动车窗升降器开关 5 端子→电动车窗主开关 16 端子，经电动车窗主开关内部接地。此时，右前电动车窗升降器调节电动机得电，车窗下降开窗。

4-792. 电动刮水器结构有何特点？

电动刮水器由直流电动机、传动机构、刮水臂和刮片组成，如图 4-92 所示。

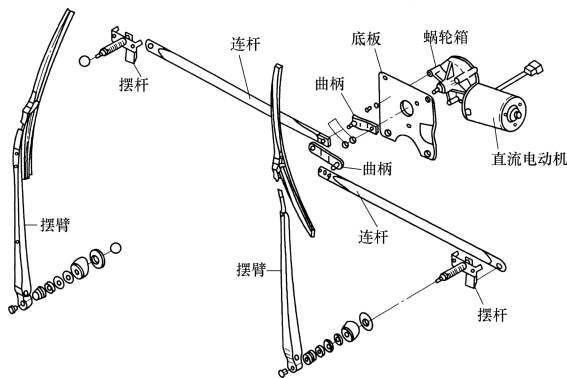


图 4-92 电动刮水器的组成

4-793. 比亚迪 F6 轿车刮水系统电路如何分析？

比亚迪 F6 轿车刮水系统电路图如图 4-93 所示。该刮水系统采用 CAN 通信技术，与普通刮水电路的控制方式有所区别。轿车刮水组合开关如图 4-94 所示，共有 5 个档位，即高速档（Ⅲ）、低速档（LO）、间歇档（INT）、关闭档（OFF）以及点动档（MIST）。未使用时停在 OFF 档位，只有在点火开关接通时，才能有效使用刮水器。

(1) **间歇档操作及电路** 从 OFF 档位向上拨动刮水组合开关 1 个位置，即至 INT 档位，与 INT 档位对应的电路接通。组合开关内的 CPU 收到该档位信息（接地信号）后，通过 X224 插接件的 1、2 端子经过仪表板下熔丝/继电器盒中的多路集成控制模块，采用 CAN 通信技术将该档位信号传送到继电器控制模块（RCM，位于前舱配电盒内），如图 4-95 所示。RCM 收到 CPU 的信号后，经内部电路处理，通过 RCM-9 端子控制 KM2 继电器的线圈接地，从而使 KM2 继电器常开触点闭合，经过 KM1 常闭触点使刮水器高速转动。同时，继电器控制模块按照设定程序，控制 RCMJ 端子接地时间，实现间隔固定时间刮水，并且 RCM 也给出信号使复位器工作。

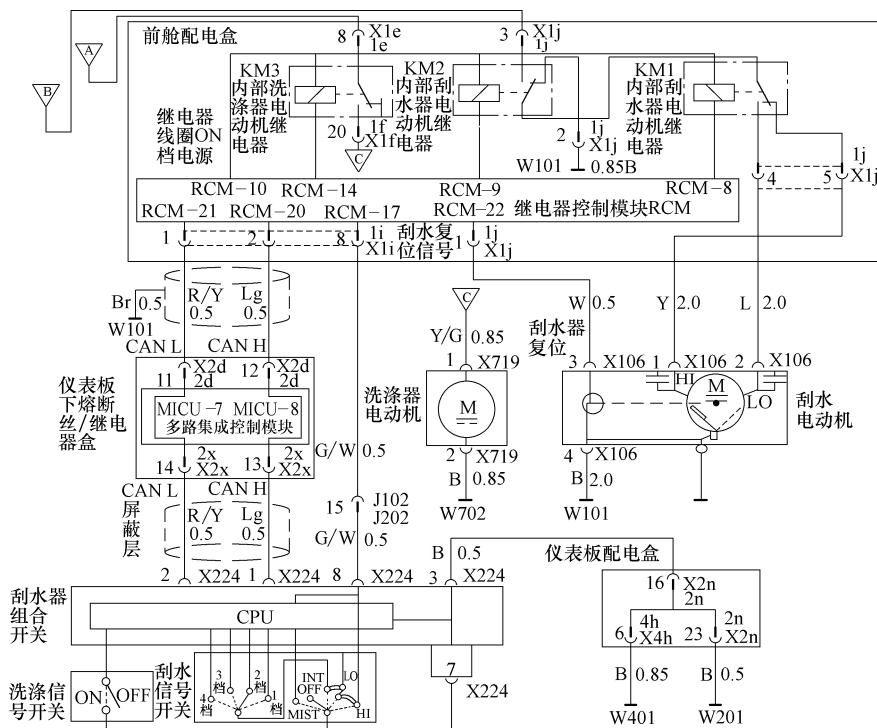


图 4-93 比亚迪 F6 轿车刮水系统电路图

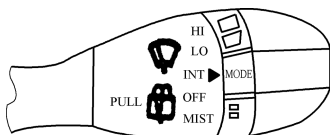


图 4-94 刮水器组合开关



图 4-95 继电器控制模块 (RCM)

(2) **低速档操作及电路** 从 OFF 档位向上拨动刮水开关 2 个位置, 即至 LO 档位, 与 LO 档位对应的电路接通。CPU 收到该档位信息后, 通过 CAN 通信传送到 RCM, RCM 通过 RCM-8 端子控制 KM2 继电器的线圈接地, 从而使 KM2 继电器常开触点闭合。同时, RCM 通过 RCM-8 端子控制 KM1 继电器的线圈接地, 从而使 KM1 继电器常开触点闭合, 使刮水电动机 X106-2 端子通电, 实现刮水器低速转动。

(3) **高速档操作及电路** 从 OFF 档位向上拨动刮水开关 3 个位置, 即至 HI 档位, 与 HI 档位对应的电路接通。CPU 收到该档位信息后, 通过 CAN 通信传送到 RCM, RCM 通过 RCM-9 端子控制 KM2 继电器的线圈接地, 从而使 KM2 继电器常开触点闭合, 并经过 KM1 常闭触点使刮水电动机 X106-1 端子通电, 实现刮水器高速转动。

(4) **点动控制档操作及电路** 从 OFF 档位向下拨动刮水开关到 MIST 档, 只要手不松开刮水开关, 刮水器在风窗玻璃上一直工作。松手后, 刮水开关自动回到 OFF 档, 刮水器停止工作。

(5) **风窗玻璃洗涤操作及电路** 将开关手柄拉向转向盘, 并保持住位置, 清洗液由风窗玻璃前的喷嘴喷出, 同时刮水器动作。放开后立即停止喷水, 但刮水器仍动作数下。当操纵洗涤信号开关 ON 时, CPU 收到该档位信息后, 通过 CAN 通信传送到 RCM, RCM 通过 RCM-14 端子控



制 KM3 继电器的线圈接地，从而使 KM3 继电器常开触点闭合，洗涤器电动机转动。

4-794. 中控门锁有何功用？

为了方便驾驶人和乘客开关车门，现在大部分轿车都安装了中央控制门锁系统。它具有以下功能。

- 1) 当驾驶人锁住自己的车门，其他几个车门、包括后车门或行李箱门都能同时自动锁住。
- 2) 开锁的情况与锁门的情况正好相反。
- 3) 为了方便起见，除中央控制系统外，乘客仍可以利用各车门上的机械弹簧锁来开关车门。

4-795. 中控门锁组成如何？

中控门锁系统一般由门锁控制开关、钥匙操纵开关、门锁总成、行李箱门锁及门锁控制器等组成。图 4-96 所示为典型的中控门锁控制系统及其组件的安装位置。

4-796. 中控门锁总成组成如何？

门锁总成主要由门锁传动机构、门锁位置开关和外壳等组成，如图 4-97 所示。

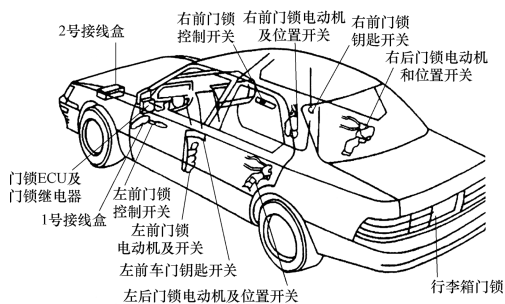


图 4-96 中控门锁各部件安装位置

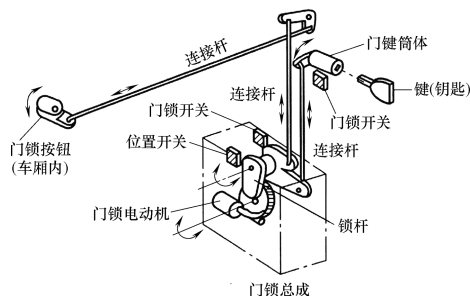


图 4-97 门锁总成

门锁传动机构主要由门锁电动机、齿轮和位置开关等组成，如图 4-98 所示。门锁电动机是门锁的执行器，当门锁电动机转动时，蜗杆带动蜗轮转动，蜗轮推动锁杆，车门被锁上或打开，然后蜗轮在回位弹簧的作用下返回原位置，防止操纵门锁钮时电动机工作。

门锁位置开关位于门锁总成内，用来检测车门的锁紧状态，它由一个触点片和一个开关底座组成。当锁杆推向锁门位置时，位置开关断开，推向开门位置时接通。即当车门关闭时，此开关断开，当车门打开时，此开关接通。图 4-99 所示为门锁位置开关在车门锁紧和打开时的状态。

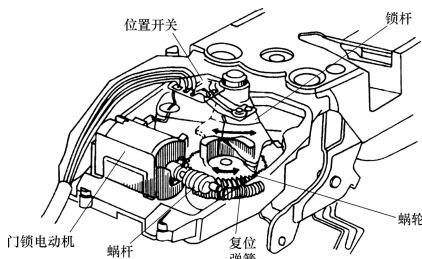


图 4-98 门锁传动机构

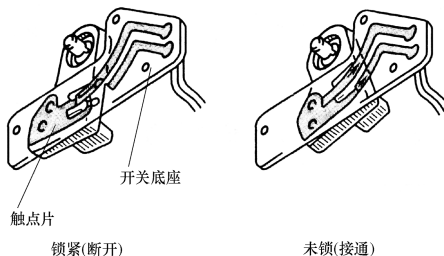


图 4-99 门锁位置开关工作情况



4-797. 中控门锁控制电路有何特点?

图 4-100 所示为中控门锁系统电路。它主要由两个门锁开关 S₁、S₂、门锁继电器 K、五个双向直流电动机（四个车门及一个行李箱门）及导线和熔丝等组成。门锁继电器实际上由开锁和锁定两个继电器组成，其线圈不通电时，动触点都和接地触点接通；通电时动触点与接地触点断开，与另一触点接通。通过触点位置的改变，来改变电路及电动机中的电流方向，从而改变电动机的旋转方向，完成对车门的锁定和开锁动作。

图 4-101 所示是左前门锁开关在开锁位置时的电流方向示意图。将左前门锁开关置于开锁位置时，电源通过左前门锁开关给开锁继电器线圈供电，继电器动作，使其常闭触点打开，常开触点闭合。电动机的一端经该触点与电源正极接通，另一端经锁定继电器的常闭触点接地，电动机转动将四个车门锁及行李箱门锁打开。当门锁断开电源时（开关回到中间位置），开锁继电器释放。将开关置于锁定位置时，锁定继电器线圈通电，继电器吸合，其常闭触点打开，常开触点闭合。电动机一端经触点与电源正极接通，另一端经开锁继电器触点接地，电动机中的电流方向与上述电流方向相反，电动机反向转动，将四个车门锁及行李箱锁锁定。当门锁开关断开电源时（开关回到中间位置），锁定继电器释放。

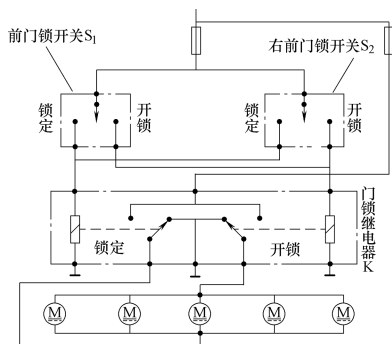


图 4-100 中控门锁控制电路

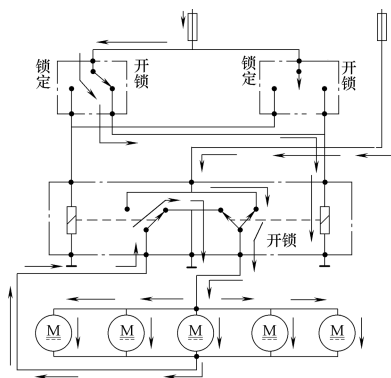


图 4-101 左前门锁开锁位置的电流方向

4-798. 汽车自动门锁是如何工作的?

汽车自动门锁是指门锁带有自动闭锁系统，也就是当车速升至某一规定值时（一般轿车为 20km/h 时），自动门锁系统将自动锁死车门，即使按动开锁开关，门锁也打不开；当车速降低至某一规定值，如 10km/h 时，自动闭锁系统将自动解除控制，此时按下开锁开关，门锁便可打开。汽车自动门锁系统控制电路如图 4-102 所示，主要由门锁电磁阀、门锁开关、电子闭锁控制器及车速信号传感器等组成。

当门锁处于锁止状态，车速升至规定值时，门锁控制器的端子 12 或 13 检测来自门锁开关的开锁信号，门锁控制器端子 9 检测速度传感器的速度信号，继电器电路运转，触点

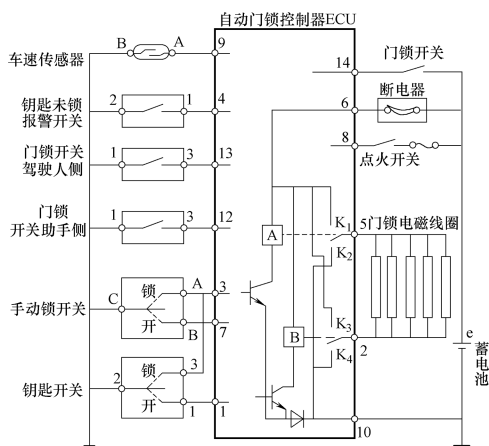


图 4-102 自动门锁电路



K1、K4 闭合，门锁电磁线圈通电，全部门锁自动闭锁。电路是蓄电池正极→断电保护器→端子 6→触点 K1→端子 5→门锁电磁线圈→触点 K4→端子 10→接地→蓄电池负极。

4-799. 丰田卡罗拉中控门锁电路如何分析？

门锁控制电路如图 4-103 所示。当按下驾驶人车门锁总成的上锁按钮时，车身 ECU 的 14 端子接地。此时，车身 ECU 判断为上锁请求，于是从 ECU 的 2 端子输出高电平信号，该高电平信号分四路：第一路到驾驶人车门锁总成的 4 端子→驾驶人车门锁电动机→驾驶人车门锁总成的 1 端子→车身 ECU 的 3 端子；第二路到右前车门锁总成的 4 端子→右前车门锁电动机→右前车门锁总成的 1 端子→车身 ECU 的 3 端子；第三路到右后车门锁总成的 4 端子→右后车门锁电动机→右后车门锁总成的 1 端子→车身 ECU 的 3 端子；第四路到左后车门锁总成的 4 端子→左后车门锁电动机→左后车门锁总成的 1 端子→车身 ECU 的 3 端子。此时，驾驶人车门锁、右前车门锁、右后车门锁、左后车门锁同时上锁。

当按下电动车窗升降器主开关 I3 的上锁按钮时，车身 ECU 的 12 端子接地。此时，车身 ECU 也判断为上锁请求。当按下驾驶人车门锁总成 I5 的开锁按钮时，车身 ECU 的 16 端子接地。此时，车身 ECU 判断为开锁请求，于是从 ECU 的 3 端子输出高电平信号，该高电平信号分四路：第一路到驾驶人车门锁总成的 1 端子→驾驶人车门锁电动机→驾驶人车门锁总成的 4 端子→车身 ECU 的 2 端子；第二路到右前车门锁总成的 1 端子→右前车门锁电动机→右前车门锁总成的 4 端子→车身 ECU 的 2 端子；第三路到右后车门锁总成的 1 端子→右后车门锁电动机→右后车门锁总成的 4 端子→车身 ECU 的 2 端子；第四路到左后车门锁总成的 1 端子→左后车门锁电动机→左后车门锁总成的 4 端子→车身 ECU 的 2 端子。此时，驾驶人车门锁、右前车门锁、右后车门锁和左后车门锁同时开锁。

当按下电动车窗升降器主开关 I3 的开锁按钮时，车身 ECU 的 10 端子接地。此时，车身 ECU 也判断为开锁请求。

4-800. 丰田卡罗拉遥控门锁控制电路如何分析？

遥控门锁控制电路如图 4-104 所示。车身 ECU 的 C5、C6 端子外接 2 号车门控制接收器 M12，遥控钥匙发出的车门上锁和开锁信号，通过 M12 接收后，送入车身 ECU。车身 ECU 的 26 端子外接驾驶人车门门控灯开关 L3，当驾驶人车门打开时，开关 L3 闭合，车身 ECU 检测到驾驶人车门打开；车身 ECU 的 22 端子外接右后车门门控灯开关 M3，当右后车门打开时，开关 M3 闭合，车身 ECU 检测到右后车门打开；车身 ECU 的 22 号端子外接右前车门门控灯开关 M1，当右前车门打开时，M1 闭合，车身 ECU 检测到右前车门打开；车身 ECU 的 A18 端子外接左后车门门控灯开关 L5，当左后车门打开时，L5 闭合，车身 ECU 检测到左后车门打开。

车身 ECU 的 9 端子外接未锁止警告开关 E5，当钥匙插入点钥匙孔时，钥匙未锁报警开关 E5 接通，接地信号输入到车身 ECU 的 9 端子；当拔出钥匙时，则开关断开。

当电动门锁系统工作正常、点火开关钥匙孔里没有插入钥匙、所有的车门都关闭的情况下，遥控门锁的遥控功能才起作用；否则，任何一扇车门打开，其他车门就无法上锁。而解锁功能在任一车门打开时也能起作用。

车身 ECU 的 A10、C10 端子外接右前车门门锁开锁检测开关 H6、右后车门门锁开锁检测开关 J3、左后车门门锁开锁检测开关 K3；车身 ECU 的 A25 端子外接驾驶人车门门锁开锁检测开关 I5。

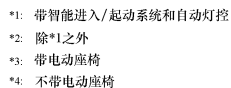


图 4-103 门锁控制电路

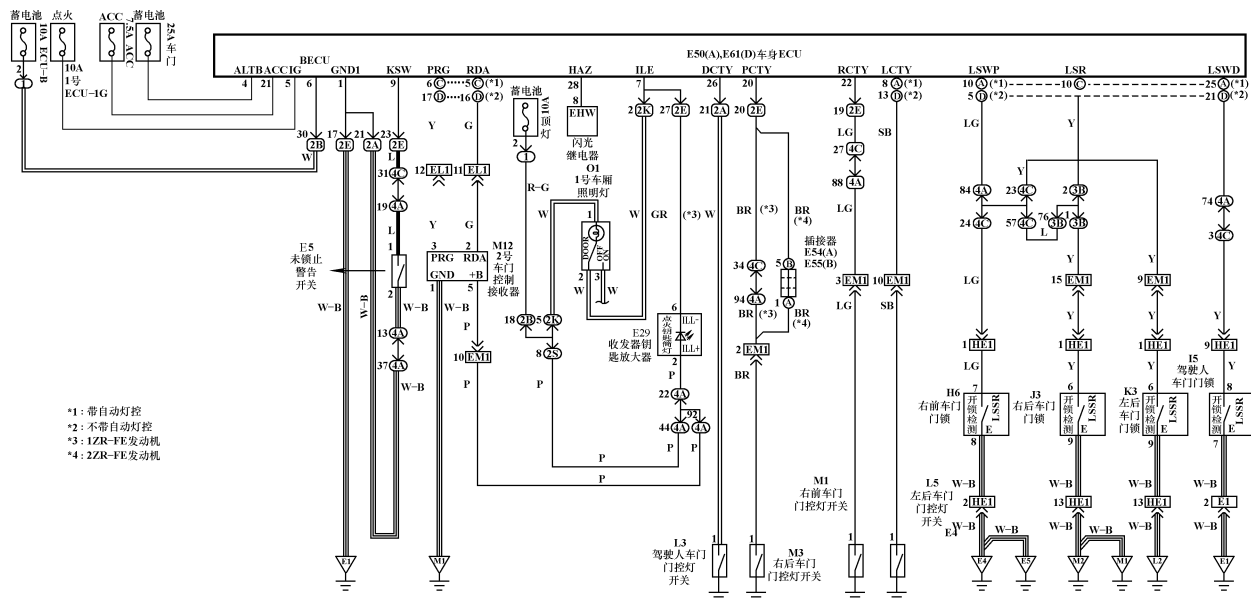


图 4-104 遥控门锁控制电路图



4-801. 电动天窗有何组成部件?

电动天窗主要由天窗组件、滑动机构、驱动机构和控制系统等组成,如图4-105所示。天窗组件包括天窗框架、天窗玻璃、遮阳板、导流槽和排水槽等部分。电动天窗驱动机构主要由电动机、传动机构和滑动螺杆等组成,如图4-106所示。天窗控制系统主要包括天窗控制开关、电控单元、继电器和限位开关等。

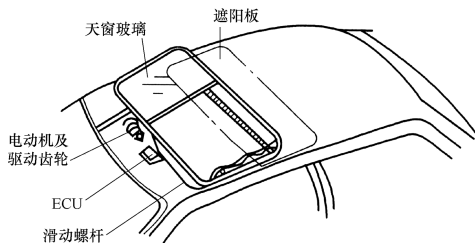


图 4-105 电动天窗组成

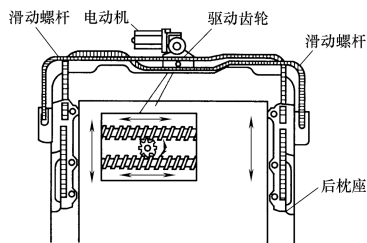


图 4-106 电动天窗驱动机构

4-802. 电动天窗电路如何分析?

电动天窗电路如图4-107所示,天窗的开启受天窗控制开关和天窗控制 ECU 的控制。经过 20A 天窗熔丝后的蓄电池电压供电给天窗控制模块和电动机的 1 端子;经过 10A 2 号 ECU-IG 点火熔丝后的蓄电池电压供电给天窗控制 ECU 和电动机的 5 端子。按下“SLIDE OPEN”开关,天窗将打开并在距完全打开位置 40mm 处中途停止,再次按下开关时,天窗将完全打开。按下“UP”开关,天窗将斜升。

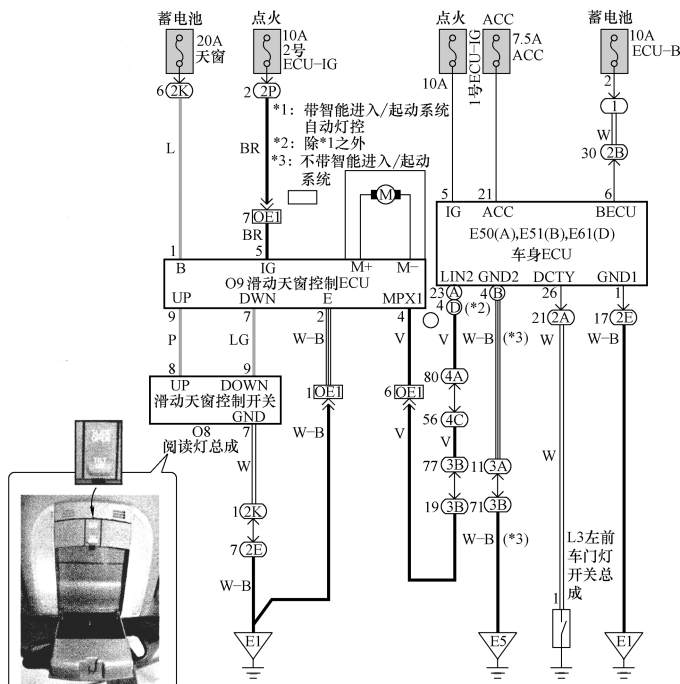


图 4-107 电动天窗电路图

4-803. 电动后视镜的组成部件有哪些?

电动后视镜一般由镜片、微型直流电动机、驱动器和控制开关等组成。在每个后视镜镜片的



背后都有两个可逆电动机，可操纵其上下及左右运动。电动后视镜的结构和控制开关分别如图 4-108 所示。

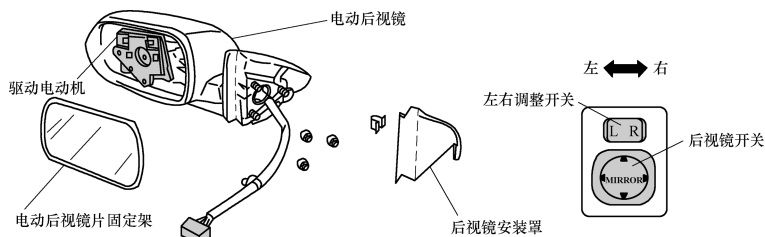


图 4-108 电动后视镜结构和控制开关

4-804. 电动后视镜电路如何分析？

当点火开关处于 ACC 档时，蓄电池电压经过一系列熔丝，通过外后视镜开关的上/下、左/右的操作，控制后视镜电动机相应动作，从而带动倒车镜上/下或左/右运动。遥控后视镜电路如图 4-109 所示。

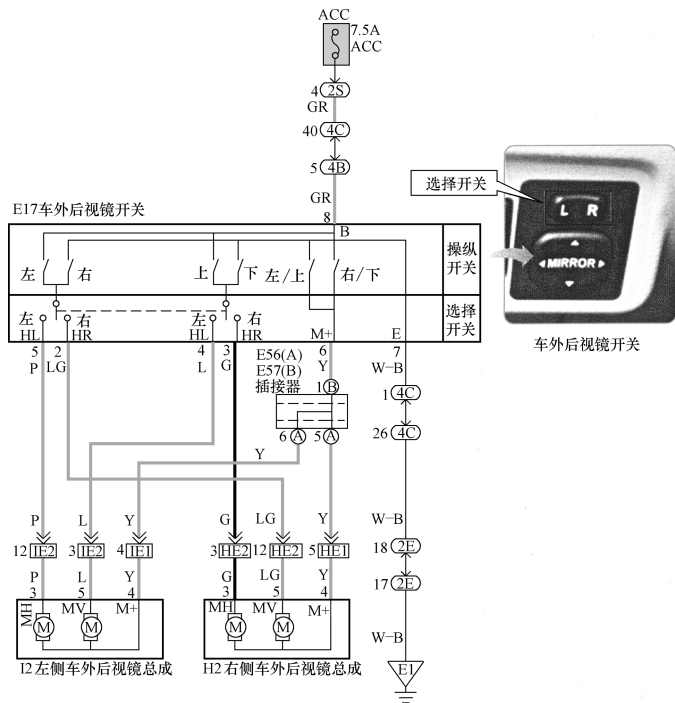


图 4-109 丰田卡罗拉外后视镜电路图

(1) **供电电路** 经过点火开关 ACC 档的蓄电池电压→7.5A ACC 熔丝→2 号车外后视镜开关端子 8。

(2) 控制电流方向

1) 左右后视镜的运动。外后视镜开关中的选择开关选择“左”。当按下车外后视镜开关的操纵开关“上”键时，外后视镜开关端子 8-4 接通，6-7 接通，电流方向：经过熔丝后的蓄电池电压→外后视镜开关端子 8→外后视镜开关端子 4→左外后视镜电动机端子 5→左外后视镜电动机



端子4→外后视镜开关端子6→外后视镜开关端子7→E1 接地→蓄电池负极。左外后视镜电动机控制左外后视镜向上运动。

当按下外后视镜开关的操纵开关“下”键时，外后视镜开关端子8-6 接通，4-7 接通，电流方向：经过熔断后的蓄电池电压→外后视镜开关端子8→外后视镜开关端子6→左外后视镜电动机端子4→左外后视镜电动机端子5→外后视镜开关端子4→外后视镜开关端子7→E1 接地→蓄电池负极。左外后视镜电动机控制左外后视镜向下运动。

当按下外后视镜开关的操纵开关“左”键时，外后视镜开关端子8-5 接通，6-7 接通，电流方向：经过熔断后的蓄电池电压→外后视镜开关端子8→外后视镜开关端子5→左外后视镜电动机端子3→左外后视镜电动机端子4→外后视镜开关端子6→外后视镜开关端子7→E1 接地→蓄电池负极。左外后视镜电动机控制左外后视镜向左运动。

当按下外后视镜开关的操纵开关“右”键时，外后视镜开关端子8-6 接通，5-7 接通，电流方向：经过熔断后的蓄电池电压→外后视镜开关端子8→外后视镜开关端子6→左外后视镜电动机端子4→左外后视镜电动机端子3→外后视镜开关端子5→外后视镜开关端子7→E1 接地→蓄电池负极。左外后视镜电动机控制左外后视镜向右运动。

2) 右后视镜的运动。外后视镜开关中的选择开关选择“右”。

当按下外后视镜开关的操纵开关“上”键时，外后视镜开关端子8-3 接通，6-7 接通，电流方向：经过熔断后的蓄电池电压→外后视镜开关端子8→外后视镜开关端子3→右外后视镜电动机端子3→右外后视镜电动机端子4→外后视镜开关端子6→外后视镜开关端子7→E1 接地→蓄电池负极。右外后视镜电动机控制右外后视镜向上运动。

当按下外后视镜开关的操纵开关“下”键时，外后视镜开关端子8-6 接通，3-7 接通，电流方向：经过熔断后的蓄电池电压→外后视镜开关端子8→外后视镜开关端子6→右外后视镜电动机端子4→右外后视镜电动机端子3→外后视镜开关端子3→外后视镜开关端子7→E1 接地→蓄电池负极。右外后视镜电动机控制右外后视镜向下运动。

当按下外后视镜开关的操纵开关“左”键时，外后视镜开关端子8-2 接通，6-7 接通，电流方向：经过熔断后的蓄电池电压→外后视镜开关端子8→外后视镜开关端子2→右外后视镜电动机端子5→右外后视镜电动机端子4→外后视镜开关端子6→外后视镜开关端子7→E1 接地→蓄电池负极。右外后视镜电动机控制右外后视镜向左运动。

当按下外后视镜开关的操纵开关“右”键时，外后视镜开关端子8-6 接通，2-7 接通，电流方向：经过熔断后的蓄电池电压→外后视镜开关端子8→外后视镜开关端子6→右外后视镜电动机端子4→右外后视镜电动机端子5→外后视镜开关端子2→外后视镜开关端子7→E1 接地→蓄电池负极。右外后视镜电动机控制右外后视镜向右运动。

●4-805. 电动座椅的组成部件有哪些?

电动座椅一般由双向直流电动机、座椅开关、传动机构、执行机构及控制装置 ECU 等组成，如图 4-110 所示。电动座椅前后方向的调节量一般为 100 ~ 160mm，上下方向的调节量一般为 30 ~ 50mm，全程调节所需的时间为 8 ~ 10s。

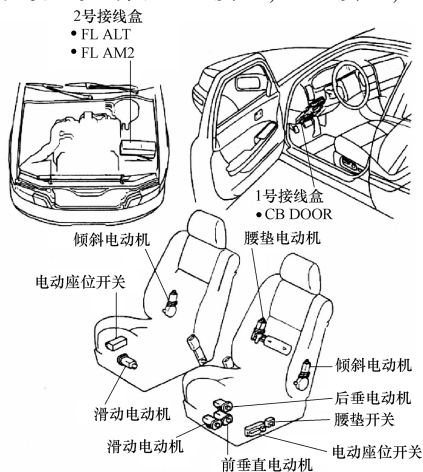


图 4-110 电动座椅结构



4-806. 电动座椅传动机构有何特点？

电动座椅的传动机构主要由变速器、联轴装置和电磁阀等组成。其作用是把直流电动机产生的旋转运动，变为座椅的位置调整动作。

前后调整传动机构如图 4-111 所示，由蜗杆、蜗轮、齿条和导轨等组成，齿条装在导轨上。调整时，直流电动机产生的力矩经蜗杆传至两侧的蜗轮上，经齿条的带动，使座椅前后移动。上下调整传动机构如图 4-112 所示，由蜗杆轴、蜗轮、心轴等组成。调整时，直流电动机产生的力矩带动蜗杆轴，驱动蜗轮转动，使心轴在蜗轮内旋进或旋出，带动座椅上下移动。

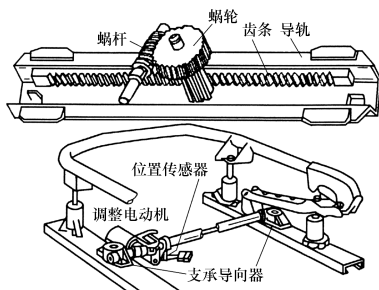


图 4-111 前后调整传动机构

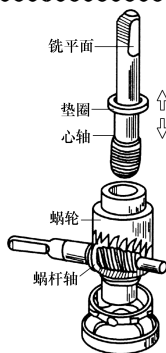


图 4-112 上下调整传动机构

4-807. 电动座椅电路如何分析？

驾驶人座椅的调节电路如图 4-113 所示。

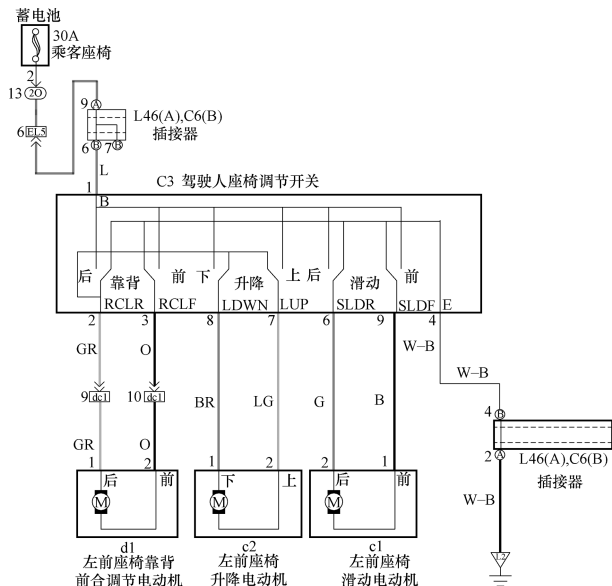


图 4-113 电动座椅电路图

(1) **驾驶人座椅前后的滑动** 按下座椅向前滑动键时，驾驶人座椅调节开关 C3 的 1-9 端子和 6-4 端子接通，蓄电池电压→30A 乘客座椅熔丝→驾驶人座椅调节开关 1 端子→驾驶人座椅调节开关 9 端子→左前座椅滑动电动机→驾驶人座椅调节开关 6 端子→驾驶人座椅调节开关 4 端子→



插接头 L46 (A) [C6 (B)] 的 B4 号端子→L2 接地→蓄电池负极。此时, 驾驶人座椅向前滑动。

按下座椅向后滑动键时, 驾驶人座椅调节开关 C3 的 1-6 端子和 9-4 端子接通, 蓄电池电压→30A 乘客座椅熔丝→驾驶人座椅调节开关 1 端子→驾驶人座椅调节开关 6 端子→左前座椅滑动电动机→驾驶人座椅调节开关 9 端子→驾驶人座椅调节开关 4 端子→插接头 L46 (A) [C6 (B)] 的 B4 号端子→L2 接地→蓄电池负极。此时, 驾驶人座椅向后滑动。

(2) **驾驶人座椅前端上下调节** 按下座椅前端向上调节键时, 驾驶人座椅调节开关 C3 的 1-7 端子和 8-4 端子接通, 到达驾驶人座椅调节开关 1 端子的蓄电池电压→驾驶人座椅调节开关 7 端子→左前座椅升降电动机→驾驶人座椅调节开关 8 端子→驾驶人座椅调节开关 4 端子→插接头 L46 (A) [C6 (B)] 的 B4 号端子→L2 接地→蓄电池负极。此时, 驾驶人座椅前端向上移动。

按下座椅前端向下调节键时, 驾驶人座椅调节开关 C3 的 1-8 端子、7-4 端子接通, 到达驾驶人座椅调节开关 1 端子的蓄电池电压→驾驶人座椅调节开关 8 端子→左前座椅升降电动机→驾驶人座椅调节开关 7 端子→驾驶人座椅调节开关 4 端子→插接头 L46 (A) [C6 (B)] 的 B4 号端子→L2 接地→蓄电池负极。此时, 驾驶人座椅前端向下移动。

(3) **驾驶人座椅靠背前后调节** 按下座椅靠背向前调节键时, 驾驶人座椅调节开关 C3 的 1-3 端子、2-4 端子接通, 到达驾驶人座椅调节开关 1 端子的蓄电池电压→驾驶人座椅调节开关 3 端子→左前座椅靠背前后调节电动机→驾驶人座椅调节开关 2 端子→驾驶人座椅调节开关 4 端子→插接头 L46 (A) [C6 (B)] 的 B4 号端子→L2 接地→蓄电池负极。此时, 驾驶人座椅靠背向前移动。

按下座椅靠背向后调键时, 驾驶人座椅调节开关 C3 的 1-2 端子、3-4 端子接通, 到达驾驶人座椅调节开关 1 端子的蓄电池电压→驾驶人座椅调节开关 2 端子→左前座椅靠背前后调节电动机→驾驶人座椅调节开关 3 端子→驾驶人座椅调节开关 4 端子→插接头 L46 (A) [C6 (B)] 的 B4 号端子→L2 接地→蓄电池负极。此时, 驾驶人座椅靠背向后移动。

4-808. 电动座椅腰部支撑控制电路如何分析?

驾驶人座椅腰部支撑控制电路如图 4-114 所示。

按下驾驶人座椅腰部支撑控制保持调节键时, 驾驶人座椅腰部支撑控制开关的 3-4 端子、1-2 端子接通。蓄电池电压→30A 乘客座椅熔丝→驾驶人座椅腰部支撑控制开关 3 端子→驾驶人座椅腰部支撑控制开关 4 端子→左前座椅腰部支撑控制电动机→驾驶人座椅腰部支撑控制开关 1 端子→驾驶人座椅腰部支撑控制开关 2 端子→插接头 L46 (A) [C6 (B)] 的 B4 号端子→L2 接地→蓄电池负极。此时, 驾驶人座椅腰部支撑向前移动。

按下驾驶人座椅腰部支撑控制释放调节键, 驾驶人座椅腰部支撑控制开关的 3-1 端子、4-5 端子接通。蓄电池电压→30A 乘客座椅熔丝→驾驶人座椅腰部支撑控制开关 3 端子→驾驶人座椅腰部支撑控制开关 1 端子→左前座椅腰部支撑控制电动机→驾驶人座椅腰部支撑控制开关 4 端子→驾驶人座椅腰部支撑控制开关 5 端子→插接头 L46 (A) [C6 (B)] 的 B4 号端子→L2 接地→蓄电池负极。此时,

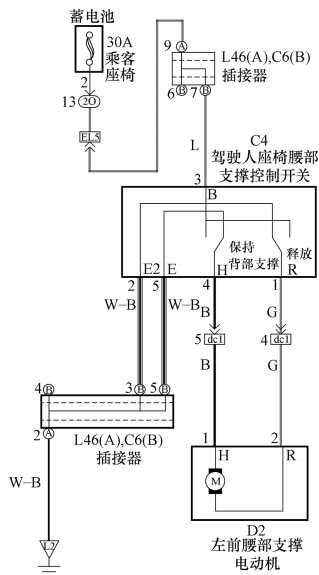


图 4-114 电动座椅腰部支撑控制电路



驾驶人座椅腰部支撑向后移动。

4-809. 安全气囊 (SRS) 有何功用?

当汽车遭受碰撞导致减速度急剧变化时, 气囊迅速膨胀, 在驾驶人、乘员与车内构件之间迅速铺垫一个气垫, 利用气囊排气节流的阻尼作用来吸收人体惯性力产生的动能, 从而减轻人体遭受伤害的程度。

4-810. 安全气囊组成如何?

汽车 SRS 主要由左前碰撞传感器、右前碰撞传感器、安全气囊电控单元 (SRS ECU)、气囊组件和指示灯等组成, 控制部件安装位置如图 4-115 所示, 由备用电源电路、故障记忆电路、故障诊断与监测电路和点火引爆电路等组成。

4-811. 安全气囊是如何工作的?

安全气囊控制原理如图 4-116 所示。当汽车受到前方一定角度内的高速碰撞时, 安全传感器和中央碰撞传感器 (装有前碰撞传感器时, 由安全传感器和中央碰撞传感器或前碰撞传感器) 同时检测到车速突然变化 (车辆减速度) 信号, 在 0.01s 之内迅速传递给安全气囊系统的 ECU。ECU 在经过分析确认碰撞强度超过其规定值时, 立即引爆安全气囊包内的发火极 (即电雷管), 使其发生爆炸, 这一过程一般只需 0.05s 左右。发火极引爆之后, 充气器中的固态气体发生剂迅速气化, 大量氮气立即吹胀气囊, 并在强大的冲击力之下, 气囊冲开转向盘上的盖而完全展开。在乘员压向气囊的同时, 气囊内部的氮气就会因受压而从气囊上的小孔排出, 从而减缓撞击力。如此, 缓冲了乘员的冲击, 避免了硬碰撞, 保护了乘员。如果膨胀的气囊在受乘员压迫时不泄气, 就会将乘员反弹回去, 形成第二次碰撞而造成伤害。

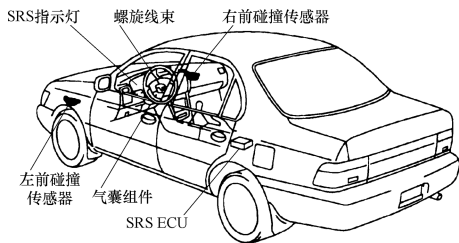


图 4-115 控制部件安装位置

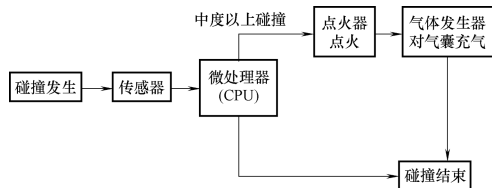


图 4-116 安全气囊工作原理图

4-812. 安全气囊组件结构有何特点?

驾驶席 SRS 气囊组件的结构如图 4-117 所示, 主要由气囊饰盖、气囊、气体发生器和安装在气体发生器内部的点火器组成。

4-813. 气体发生器结构有何特点?

气体发生器又称为充气器, 用专用螺栓与螺母固定在转向盘上的气囊支架上, 结构如图 4-118 所示。其功用是在点火器引爆点火剂时, 产生气体向气囊充气, 使气囊膨胀。

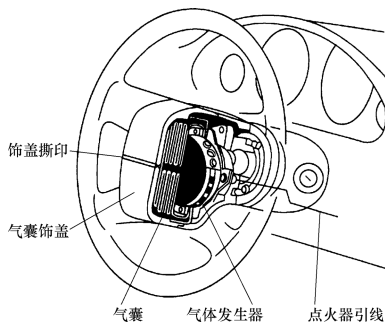


图 4-117 气囊组件的结构



4-814. 点火器的结构、功用如何?

气囊点火器外包铝箔, 安装在气体发生器内部中央位置, 结构如图 4-119 所示。

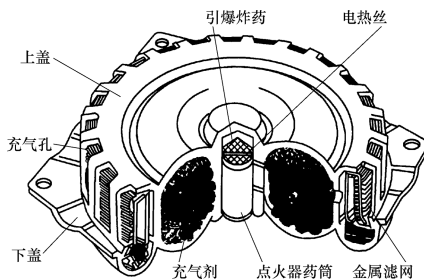


图 4-118 气囊气体发生器的结构

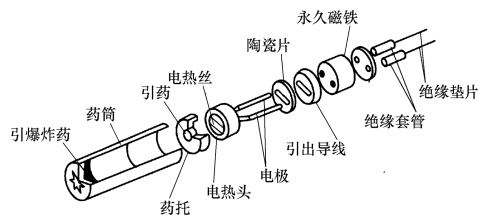


图 4-119 点火器的结构

点火器的功用是当 SRS ECU 发出点火指令使电热丝电路接通时, 电热丝迅速红热引爆炸药, 炸药瞬间爆炸产生热量, 药筒内温度和压力急剧升高并冲破药筒, 使充气剂 (叠氮化钠) 受热分解释放氮气充入气囊。

4-815. 双级前部驾驶人安全气囊是如何工作的?

如图 4-120 所示, 前部安全气囊是双级触发式的, 这就可以保证车速在 30km/h 左右撞车时, 乘员可以得到最佳保护。驾驶人和副驾驶人安全气囊都是双级的, 每级都有独立的触发用点火剂。前气囊引爆器结构如图 4-121 所示, 点火剂按规定的时间间隔依次点火。驾驶人安全气囊称为“环形安全气囊”, 它充满气后的形状就像一个救生圈。这种安全气囊呈辐射状展开, 因此对于坐在离转向盘很近的驾驶人尤其具有保护作用。在安全气囊展开并充气成环形的过程中, 转向盘中心保持不变 (仍是气囊中心)。环形安全气囊周围的三面缝有方形的织物层, 剩余的一面没有缝, 以便让气囊滑过不动的转向盘中心。这种安全气囊结构满足最新的法规要求, 并符合驾驶人在“非正确位置”驾驶时的生物力学值。在安全气囊展开时, 若驾驶人的头部和上身离转向盘很近, 那么这种结构的安全气囊可以防止驾驶人受重伤。

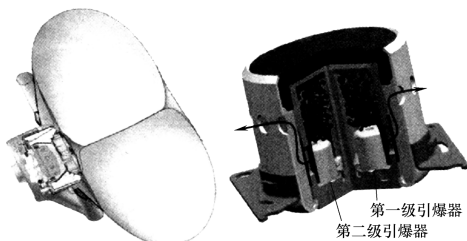


图 4-120 双级前部驾驶人安全气囊示意图

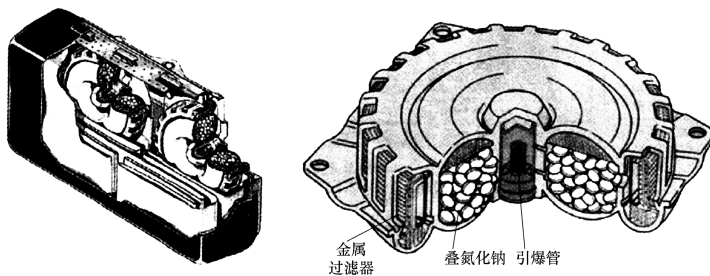


图 4-121 驾驶人前安全气囊双级引爆器结构图

前部安全气囊引爆工作过程如图 4-122 所示。当车辆发生碰撞时, 由车辆前部传感器来检测碰撞的发生, 电控单元接收传感器信号, 碰撞达到一定条件, 控制单元先向前座椅安全带张紧器



通电，使张紧器迅速拉紧乘客；控制单元同时通过螺旋电缆向前安全气囊引爆器通电，引爆器在大电流的作用下，迅速产生大量的氮气充入气囊中，使前气囊在 50ms 内迅速爆出，减小乘客的前冲力，防止乘客撞到车玻璃与仪表板。大约 100ms 后，气囊充气结束，气囊不断进行放气，车辆发生反弹，乘客停止前冲，恢复正常状态。

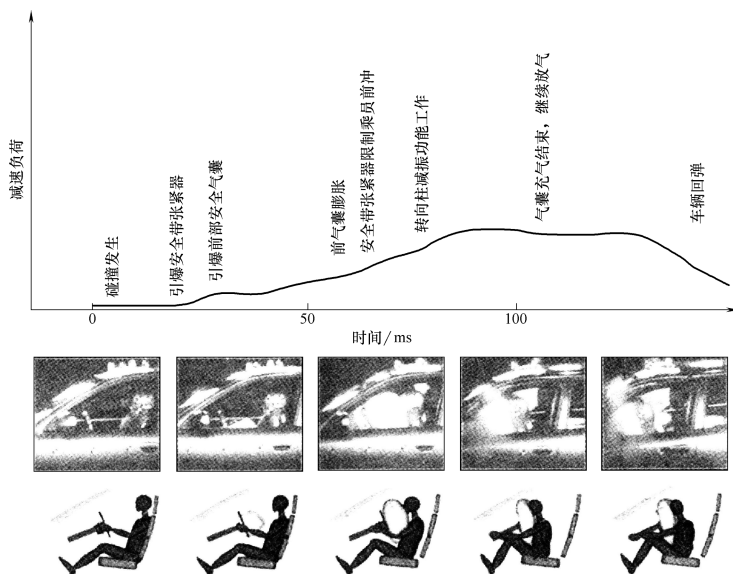


图 4-122 前部安全气囊引爆工作过程

4-816. 前乘客侧安全气囊是如何工作的？

驾驶人 and 前乘客侧安全气囊都是双级引爆，每级都有独立的触发用引爆器，如图 4-123 所示，双级安全气囊内部包括两套机构，每套机构均由独立的引爆器、推进剂、压缩气罐和电路等组成。

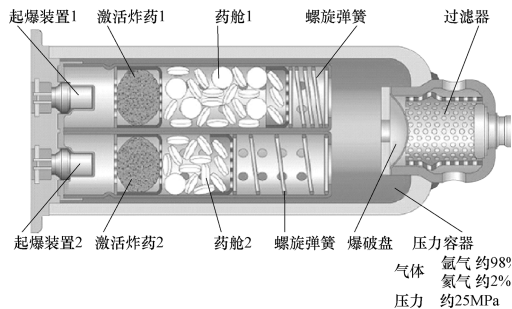


图 4-123 乘客前安全气囊双级引爆结构图

在车辆发生碰撞以后，双级安全气囊中的一级先引爆，1 号引爆器触发，点燃 1 号推进剂叠氮化钠固体，叠氮化钠在火焰的作用下产生大量氮气迅速推开推杆，储气罐压力迅速升高，大量氮气通过气室的通道迅速进入到气囊，使气囊引爆。1 号引爆器工作以后，2 号引爆器工作，点燃 2 号引爆器对应的固体叠氮化钠，大量氮气迅速补充到气囊中，实现两级引爆，在起到保护乘员的基础上，可以有效减少对乘员的伤害，如图 4-124 所示。

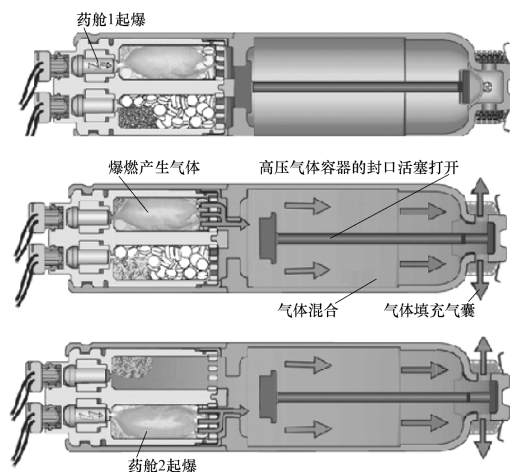


图 4-124 安全气囊双级引爆系统工作过程

4-817. 如何排除安全气囊灯点亮，左/右碰撞传感器故障？

(1) **故障现象** 安全气囊灯点亮。安全气囊控制单元存储有故障码 01221 (驾驶人侧侧面安全气囊碰撞传感器 G179)、01222 (副驾驶人侧侧面安全气囊碰撞传感器 G180)

(2) **故障诊断过程** 迈腾安全气囊电路如图 4-125 所示。驾驶人侧侧面安全气囊碰撞传感器与副驾驶人侧侧面安全气囊碰撞传感器零件是一样的，如图 4-126 所示。用 VAS5051 清除故障码。开始只能清除故障码 01221；断开蓄电池接线后重新接上，清除故障码 01222。直线行驶 3~4km 后，仪表上安全气囊灯重新点亮，故障存储器存储 01221 和 01222 故障码。将碰撞传感器直接跨接至控制单元，故障未解决。更换安全气囊控制单元和驾驶人侧侧面安全气囊碰撞传感器

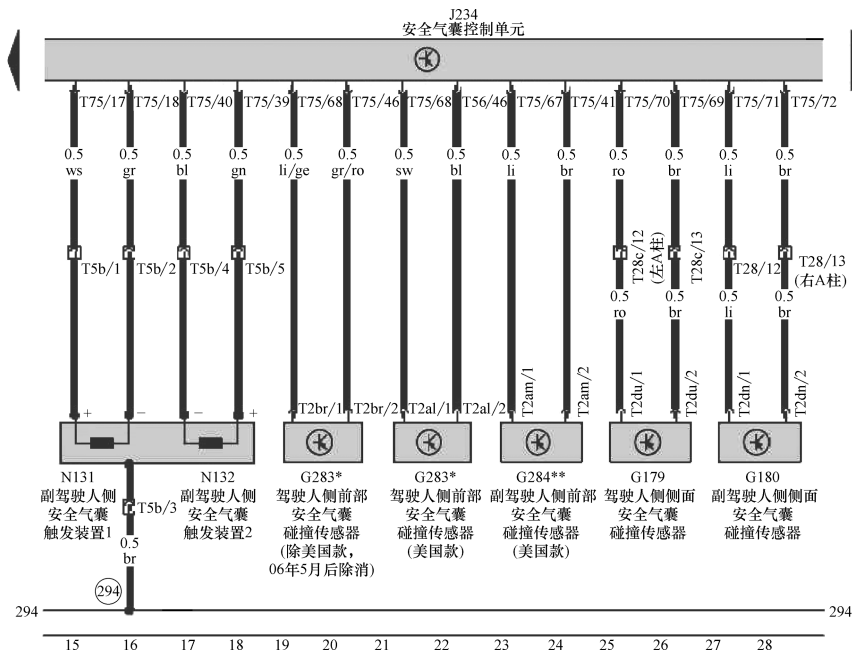


图 4-125 迈腾安全气囊电路图



器（因为当时库存只有一个碰撞传感器，左/右零件编码一样），故障未解决。更换副驾驶人侧面安全气囊碰撞传感器，故障排除。



图 4-126 侧面碰撞传感器（左图为正面，右图为反面）

4-818. 如何排除速腾舒适型（配备四气囊）安全气囊故障灯报警故障？

（1）**故障现象** 速腾舒适型（配备四气囊）安全气囊故障灯报警，副驾驶人侧坐人，安全带扣不插合，车速超过 15km/h，仪表没有安全带未系的提示音。

（2）故障诊断过程

1) 用 VAS5052 读取故障码，如图 4-127 所示，显示 00592，前座乘客侧安全带开关 E25 对地短路，偶然。

2) 数据流分析。选择 15-08-03 组时，第 4 区显示为“未安装”。第 4 区显示的是副驾驶人侧安全带开关的状态，如图 4-128 所示，不正常。第 3 区驾驶人侧安全带开关插上时和断开时分别显示为“安全带：是”和“安全带：否”，正常。

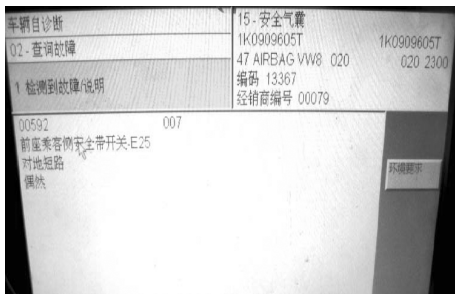


图 4-127 读取故障码

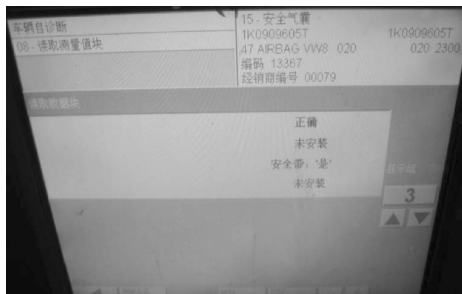


图 4-128 数据流分析

3) 电路测量。测量副驾驶人侧安全带开关 E25，电阻为 2Ω ，插上开关时电阻为无穷大，可排除 E25 损坏的可能性。通过 E25 插头的 2 号端子测量其接地电阻小于 0.5Ω ，也可排除接地电路问题。对来自气囊电脑的供电线（紫色），测量参考电压为 5V，说明供电电路正常。检测至此，与 E25 电路相关的似乎只有占位传感器 G128 未排除了。测量占位传感器在坐人时电阻为 300Ω ，推测在特定的压力下，占位传感器所产生的相应阻值偏差可能会引起气囊检测点电压的识别错误。基于此分析更换了占位传感器（零件号：1K0953553），但更换后故障依然。

4) 电脑编码与索引码分析。此时用户才告之因泡水事故，近期在网上刚更换过气囊电脑，并强调备件为原厂备件，零件号和原车电脑一样。事实上，对于气囊电脑来讲，相同零件号的控制单元对应的索引码可能是不同的，而不同的索引码对应不同的电控单元编码。观察另一辆与该车配置相同的速腾车的气囊电脑相关索引码为 48，编码为 13368，而此车更换过的电控单元的索引码为 47，编码为 13367，分析是因为编码的不同，气囊电脑对 T75/57 端子的故障识别标准也不同。对于编码 13367 的气囊电脑不支持监控副驾驶座坐人后未系安全带报警提示功能。



(3) 故障原因分析

1) 控制逻辑分析。当车辆车速超过一设定目标值,气囊电脑监控在乘客侧座位处于占位状态(由占位传感器 G128 识别),且副驾驶人侧安全带开关不插合时,仪表将发出安全带未系提示音报警。

2) 电路图分析。根据图 4-129 所示电路图,电脑供 5V 电→占位传感器 G128→副驾驶人侧安全带开关 E25→接地。当无乘客时,整个回路是闭合的, G128 和 E25 产生电压降,电脑通过 T75/57 的电位变化进行监测(实际上电脑通过电脑内部分压电阻器的电压变化进行监测);当有乘客未系上安全带时(E25 闭合), G128 电阻发生变化,电压降发生变化,电脑通过 T75/57 的电位变化进行监测,此时乘客未系安全带,则系统发出报警提示音;当有乘客系上安全带时,安全带开关 E25 将断开回路,无电压降,电位约为 5V,电脑通过 T75/57 进行监测。

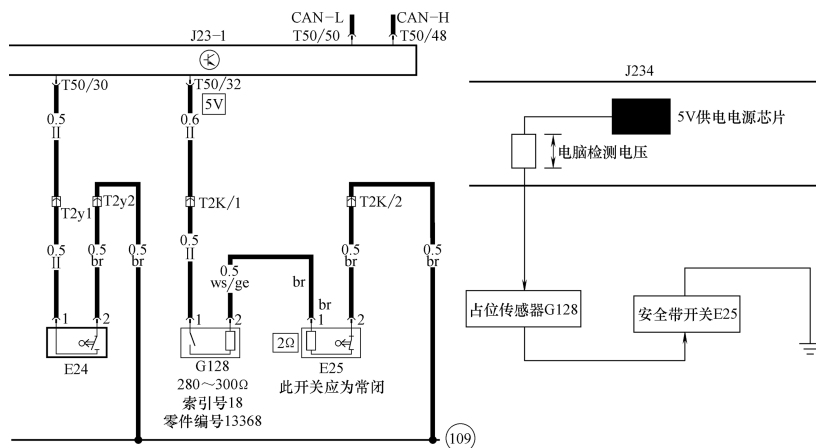


图 4-129 速腾气囊电路图

E25—副驾驶人侧安全带拉紧器 G128—副驾驶人侧座椅占用传感器 J234—安全气囊控制单元

(4) 故障处理方法 更换安全气囊电脑。

4-819. 大众第四代 WFS 防盗系统组成、安装位置如何?

第四代 WFS 防盗系统由使用 and 起动控制单元 J518、发动机 ECU J623、使用 and 起动授权开关 E415、转向柱锁止机构执行元件 N360、自动变速器控制单元 J217、钥匙、使用 and 起动授权天线及中央数据库 FAZIT 等组成,如图 4-130 所示。

4-820. 使用 and 起动授权开关 E415 外观是怎么样子的?

使用 and 起动授权开关 E415 没有集成在防盗控制单元内,如图 4-131 所示。

4-821. 第五代电子点火锁有何功能?

电子点火锁如图 4-132 所示,具有以下功能。

- 1) 汽车钥匙的机械式插入并锁止(点火钥匙防拔出锁)。
- 2) 汽车钥匙的防拔出锁(通过磁吸装置)。
- 3) 通过微型开关识别“钥匙插入”状态,如图 4-133 所示。

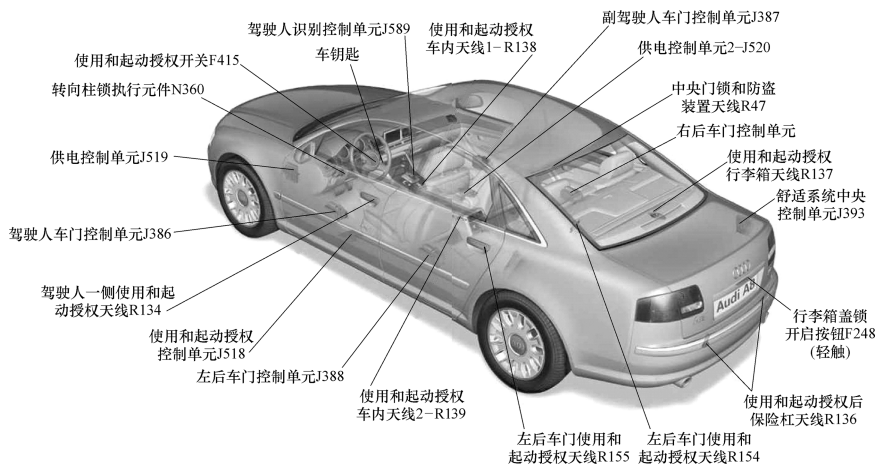


图 4-130 系统组成及安装位置

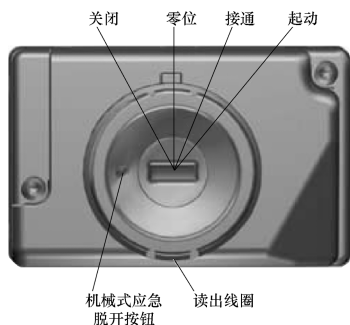


图 4-131 使用和启动授权开关 E415

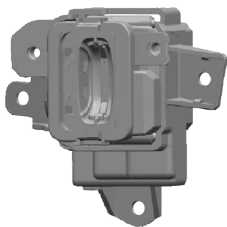


图 4-132 无挡板的电子点火锁模块 E415



图 4-133 插入电子点火锁模块中的钥匙

通过微型开关识别两种可能的钥匙位置：钥匙处于静止位置；钥匙处于压入位置。微型开关还控制汽车钥匙中数据的写入和读取（用于发动机防盗锁或“奥迪服务密钥”功能）；接收/发送 LIN 总线信息，信息包含提供给汽车钥匙的数据以及从汽车钥匙获得的数据。

4-822. 何谓高级钥匙？

高级钥匙第一次作为可选设备出现在新款奥迪 A5 中。此设计理念源于 A6, Q7 及 A8 车型，经过优化设计，减少了系统的必备组件数量。**奥迪 A5 的车门外拉手上，不再配备任何中控锁按钮。**触摸外拉手上的电容传感器即可开启和关闭车门，如图 4-134 所示。通过车主随身携带的智能卡里的芯片感应自动开关门锁：当车主走近车辆一定距离时，门锁会自动打开并解除防盗；当



车主离开车辆时，门锁会自动锁上并进入防盗状态。一般装备有遥控门锁系统的车辆，其车门把手上有感应按钮和接近传感器，同时也有钥匙孔，以防智能卡损坏或没电时，车主仍可用普通方式开启车门。

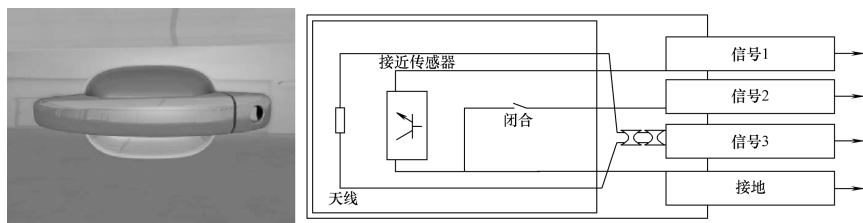
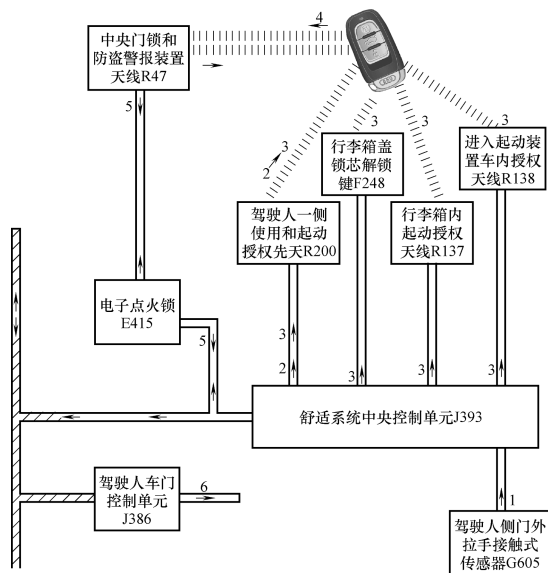


图 4-134 触摸外拉手上的电容传感器即可开启和关闭车门

4-823. 如何进行第五代车辆锁定及解锁？

- 1) 驾驶人将手放入门把手的凹坑内，车门外把手接触传感器 G605 就会将“手指已放入把手凹坑”这个信息发送给舒适系统中央控制单元 J393，如图 4-135 所示。
- 2) 天线通过智能进入起动装置车内天线 R138 将一个唤醒信号发送到车钥匙上。
- 3) 车钥匙根据这些信号来确定钥匙在车上的位置，并将这个信息发送到中央门锁和防盗警报装置天线 R47。
- 4) 中央门锁和防盗警报装置天线接收到信息，然后把这个信息传送给舒适系统中央控制单元 J393。
- 5) 收到舒适系统中央控制单元 J393 命令的车门控制单元再操纵相应的锁芯，这样就打开了该车门。
- 6) 舒适系统中央控制单元 J393 将“打开车门”这个信息发送到舒适 CAN 总线上。



a) 车辆锁定及解锁过程

图 4-135 车辆解锁及系统电路图

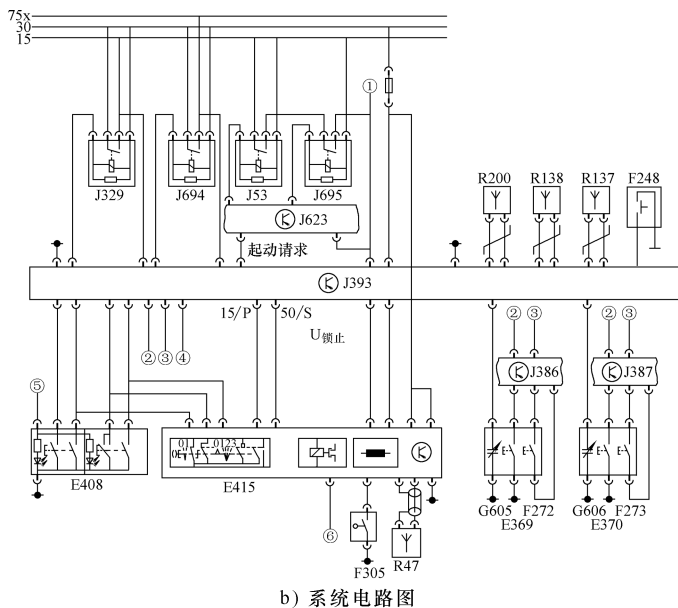


图 4-135 车辆解锁及系统电路图 (续)

- E369—驾驶人车门中央门锁外把手按钮 E370—前排乘客车门中央门锁外把手按钮 E408—使用和起动授权按钮
 E415—使用和起动授权开关 F272—驾驶人车门上的外把手开关 F273—前排乘客车门上的外把手开关
 F304—变速器档位 P 的开关 G605—驾驶人车门外把手接触传感器 G606—前排乘客车门外把手接触传感器
 J53—起动机继电器 J329—15 号接线柱供电继电器 J388—驾驶人车门控制单元 J389—前排乘客车门控制单元
 J623—发动机控制单元 J694—75X 号接线柱供电控制单元 J695—起动机继电器 2 R47—中央门锁和防盗系统天线
 R200—驾驶人侧使用和起动授权天线 R138—进入起动装置授权车内天线 1 R137—行李箱使用
 和起动授权天线 F248—行李箱锁芯解锁键
 1—接线柱 50 2—CAN 舒适 High 线 3—CAN 舒适 Low 线 4—自动变速器 J217 控制单元 P/N 信号
 5—接线柱 58 照明 6—制动灯开关 F 信号

正常打开车门过程包括停用安全装置、开门、确认闪光及接通车内灯。除了确认闪光外，通过使用中央门锁/防盗警报装置天线 R47 实现双向数据交换，这样可以将中央门锁锁止状态发送到车钥匙内。

4-824. 奥迪 A5 发动机起动时防盗锁的工作流程如何？

如果奥迪 A5 使用电子点火锁中的汽车钥匙起动，**发动机起动前防盗锁将发出若干个询问信号并做出相应的反应。**

- 1) 检测到常开触点后，汽车钥匙将和舒适系统控制单元 J393 互换防盗数据，然后舒适系统控制单元确定该钥匙是否通过车辆认证。
- 2) 舒适系统控制单元与电子转向柱锁控制单元 J764 互换防盗数据。若该转向柱锁已在该车辆上经过匹配，那么舒适系统控制单元将激活转向柱控制单元。
- 3) 然后舒适系统控制单元将接线端 15 连接起来。
- 4) 接线端 15 连接后，舒适系统控制单元会与发动机和变速器控制单元进行通信。若这些设备同样适用于该车辆，则可起动发动机。

4-825. 什么是数据总线、CAN 总线？

所谓数据总线，**就是指在一条数据线上传递的信号可以被多个系统共享，从而最大限度地提**

高系统整体效率,充分利用有限的资源。例如:常见的电脑键盘有104位键,可以发出100多个不同的指令,但键盘与主机之间的数据连接线却只有7根,键盘正是依靠这7根数据线通过不同的编码来传递信号的。数据总线能将过去一线一用的专线制改为一线多用制,大大减少了汽车上电线的数目,缩小了线束的直径。当然,数据总线还将使计算机技术融入整个汽车系统之中,加速了汽车智能化的发展。

CAN 是英文 Controller Area Network 的缩写,意为控制器局域网。它是一种多路复用总线,也就是每个节点机构都可成为主机,且各个节点之间也可进行通信。

4-826. CAN 数据总线的应用如何?

CAN 数据总线是一种各控制单元间数据传输的网络,它将各个控制单元组成一个总线网络系统,所有信息都沿两条线路传输。传输信息时与 CAN 总线上的控制单元数量和信息量的大小无关,这样就解决了随着新功能扩展而增加控制单元和信息量加大的问题。所有控制单元通过两条 CAN 数据总线传递信息,连成的总线网络如图 4-136 所示。CAN 数据总线是一个开放系统,它可以与各种传输媒质进行适配。

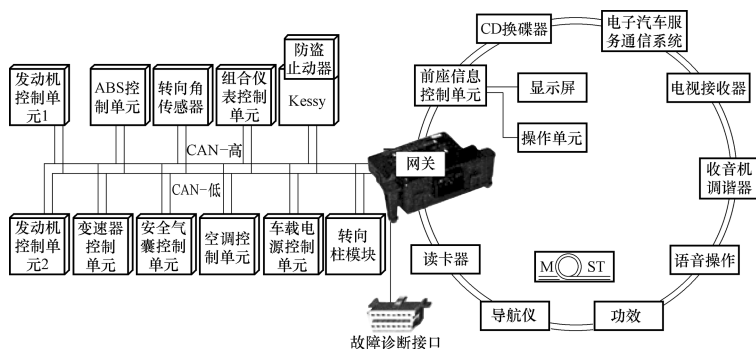


图 4-136 CAN 线的数据连接

4-827. CAN 数据总线是如何工作的?

CAN 总线是车内众多的电子控制单元装置中的一个独立系统,它用于控制单元之间的信息交换和系统内部的数据交换,如图 4-137 所示。由于 CAN 总线自身的布置和结构特点,CAN 总线工作时的可靠性很高。CAN 总线在正常工作时,车辆在任何工况均不应有 CAN 总线故障记录。总线系统有多个控制单元,这些控制单元通过控制单元的收发器(发射-接收放大器)并联在总线导线上,如图 4-138 所示。CAN 总线是控制单元间的一种数据传递形式,如图 4-139 所示,它连接各个控制单元形成一个完整的系统。一个控制单元能从 CAN 总线系统中获得大量的信息,从而可以使用这些信息来控制系统的工作,控制单元之间还要在 CAN 总线上互相交换信息。

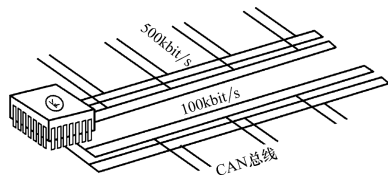


图 4-137 CAN 总线

所有控制单元的地位均相同,没有哪个控制单元有特权。在这个意义上也称之为多主机结构。信息交换是连续完成的(按顺序)。原则上 CAN 总线用一条导线就足以满足功能要求了,但 CAN 总线系统上还是配备了第二条导线。在第二条导线上,信号是按相反顺序传送的,这样可有效抑制外部干扰。如果 CAN 总线系统出现故障,故障就会存入相应的控制单元故障存储器内。

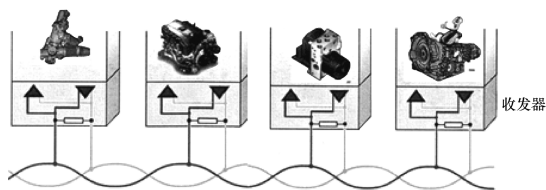


图 4-138 控制单元并联总线

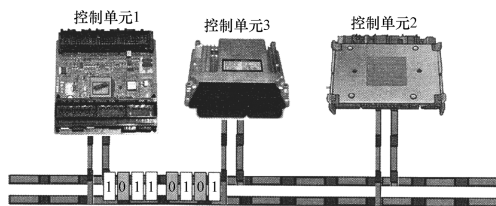


图 4-139 CAN 数据传递形式

4-828. CAN 总线系统的传输速度如何？

传输速度取决于 CAN 总线导线的长度和电压振幅（信号电平）。数据传输速度以 bit/s 为单位表示，即在一秒钟内传输数据的位数。CAN 总线最大稳定传输速率可达 1000kbit/s (1Mbit/s)。大众和奥迪公司最大传输速率规定为 500kbit/s。根据信号的重复率及数据量，CAN 总线系统分为三个专门的系统。

CAN 动力总线（高速）：500kbit/s，可基本满足实时要求。

CAN 舒适总线（低速）：100kbit/s，用于对时间要求不高的情况。

CAN 娱乐总线（低速）：100kbit/s，用于对时间要求不高的情况。

4-829. 何谓网关？

网关（大众的网关电脑与仪表做成一体）就是同时连接多种不同的 CAN 数据总线的电脑（在大众里就是同时连接动力 CAN 数据总线和舒适 CAN 数据总线）。由于不同的 CAN 数据传递的速度不一样，网关在传递数据时起翻译的作用，如图 4-140 所示。

4-830. CAN 总线系统组成如何？

CAN 总线系统由多个控制单元（每个控制单元都有自己的控制器、收发器）、两个数据传输终端电阻以及两条数据传输线组成，如图 4-141 所示。CAN 总线的两条导线分别叫 CAN-High 线和 CAN-Low 线。除了数据传输线，其他元件都置于控制单元内部。

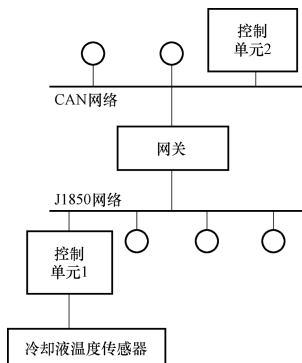


图 4-140 网关位置

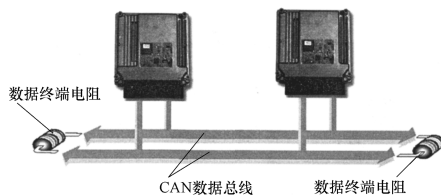


图 4-141 CAN 数据总线系统的组成

(1) **CAN 控制器** 接受由控制单元中的微电脑传来的数据，对这些数据进行处理并将其传往 CAN 收发器。同样，CAN 控制器也接受由 CAN 收发器传来的数据，对这些数据进行处理并将其传往控制单元中的微电脑，如图 4-142 所示。

(2) **CAN 收发器** 它本身兼具接收与发送信息的功能。它将 CAN 控制器传来的数据化为电信号传输到 CAN 总线上，也为 CAN 控制器接收和转化数据，如图 4-143 所示。

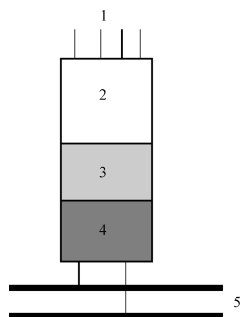


图 4-142 CAN 控制器

1—传感器/执行器 2—控制器
3—滤波器 4—收发器 5—CAN 总线

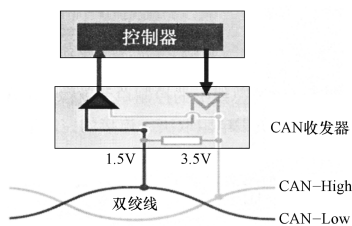


图 4-143 CAN 收发器

(3) **数据传输终端电阻** CAN 总线上装有数据传输终端电阻，其作用是防止数据在线端被反射回来。数据反射是以回声的形式返回，这会影响数据的传输。最初的数据总线有两个终端电阻。

4-831. CAN 总线有何特点？

各个 CAN 系统的所有控制单元都并联在 CAN 总线上。两条扭绞在一起的导线称为双绞线。控制单元之间的数据交换就是通过这两条导线来完成的，这些数据可能是发动机转速信号、导航信号及车速信号等。CAN 总线系统的两条导线（双绞线）分别用于不同的数据传送。CAN 导线的基色为橙色。**在大众车系中对于 CAN 动力数据总线来说，CAN-High 线上加黑色条作为标志色；对于 CAN 舒适数据总线来说，CAN-High 线上的标志色为绿色；对于 CAN 信息娱乐数据总线来说，CAN-High 线上的标志色为紫色；CAN-Low 线的标志色都是棕色，**如图 4-144 所示。

为防止数据传输中的电磁干扰，两条数据线缠绕在一起，这样能防止数据线发生噪声。两条线的电压相反，如果大约 0V 的电压加在一条线上，那么大约 5V 的电压就加在另一条上，如图 4-145 所示。在 CAN 总线系统中使用双绞线进行数据传输，并以推挽方式传输信号。因此，在任何时候总电压都保持不变，而且两条数据线的电磁效应彼此抵消。

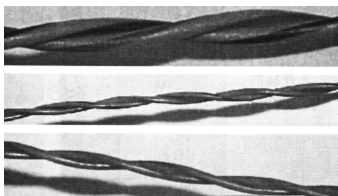


图 4-144 总线标志色

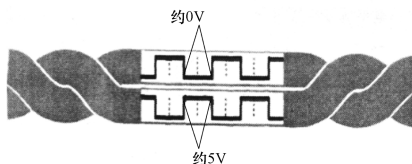


图 4-145 双绞线的电压

4-832. 何谓 CAN 总线的节点？

在总线系统中节点包括控制单元和总线辅助设备。控制单元由一个控制器、一个收发器、两个数据传输终端组成。与传统汽车微机控制系统的控制器 ECU 相比，控制单元在硬件上多了专门的总线接口装置（如 CAN 总线接口），并有相应的软件即通信标准的支持。传统意义上的传感器、执行器称为总线辅助装置，**同一现场的一个或多个辅助装置与控制器组合，构成总线模块，也称为节点，**如图 4-146 所示。

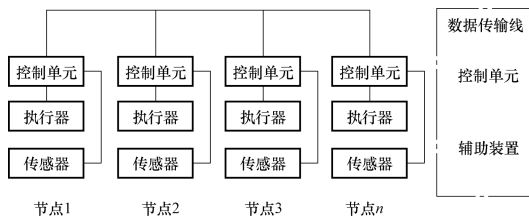


图 4-146 总线的构成

4-833. 节点和单片机控制系统有何区别？

节点和控制系统最大的区别是，一个节点的各传感器和执行器可以分属于不同的控制系统，即传感器信号对于本节点控制的执行器不一定是有用的信号，节点只负责把传感器的信息发送到网上。而该执行器所需的传感器信号也不一定与该执行器在同一节点上，控制单元可以从总线上获得该控制系统所需的传感器信息。

4-834. 大众速腾 CAN 动力总线节点有哪些？

大众速腾 CAN 动力总线的速率是所有 CAN 总线中最高的，达到 500kbit/s。大众速腾 CAN 动力总线组成如图 4-147 所示，共有 7 个总线模块（节点），包括：

- 1) 转向柱开关模块，控制器 J527 转向柱开关控制单元。
- 2) 发动机模块，控制器 J220 发动机控制单元。
- 3) 自动变速器模块，控制器 J217 自动变速器控制单元。
- 4) ABS 模块，控制器 J104 ABS 控制单元。
- 5) 转向助力模块，控制器 J500 助力转向控制单元。
- 6) 安全气囊模块，控制器 J234 安全气囊控制单元。
- 7) 前照灯（氙气灯）照程模块，控制器 J431 前照灯照程控制单元。

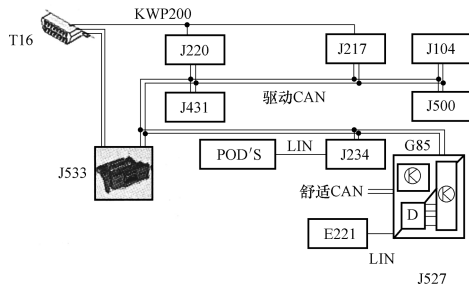


图 4-147 大众速腾驱动 CAN 总线

4-835. CAN 总线常见故障有哪些？

- 1) CAN-Low 线或 CAN-High 线通信电断路或者短路。
- 2) 插头连接损坏，如触头损坏、污垢、锈蚀。
- 3) 车用电源系统中的电压故障，如由损坏的点火线圈或接地连接引起。
- 4) 某个控制单元中的通信部件故障。
- 5) 某个控制单元的供电故障。当蓄电池电量快耗尽时，蓄电池电压缓慢下降可能导致故障记录存储，因为不是所有的控制单元都因电压下降而关闭。

4-836. 奥迪汽车 CAN 总线连接插头结构有何特点？

CAN 总线连接插头如图 4-148 所示，分别构成了舒适系统 CAN 总线及动力系统 CAN 总线的中央结点。各总线系统下的所有控制单元的 CAN 线均被连接到连接插头上。动力系统 CAN 总线和舒适系统 CAN 总线以星形方式接入连接插头中。一个总线系统下的部分控制单元接在右边的连接插头中，而其他部分则接在左边的连接插头中。另一方面，左侧和右侧的连接插头又通过 CAN 导线连接，最终将所有的舒适系统 CAN 总线的控制单元跟所有动力系统 CAN 总线的控制单



元连接在一起,如图 4-149 所示。

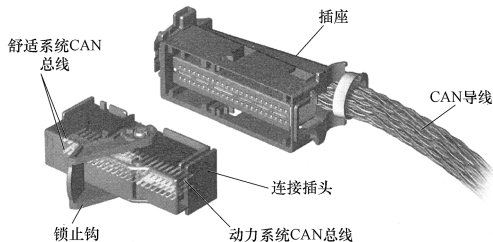


图 4-148 CAN 总线连接插头

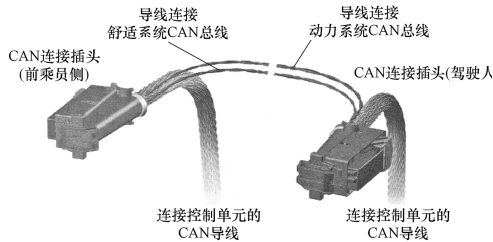


图 4-149 动力总线和舒适总线以星形接入插头中

4-837. 奥迪汽车 CAN 总线连接插头安装在哪里?

连接插头被安装在仪表板总成左右两侧的盖板下面。取下连接插头时,应该首先将锁止钩打开。对于左置或右置转向盘车,两个侧面的连接插头的插脚分布是不同的,如图 4-150 所示。

4-838. 如何用总线检测箱检测奥迪汽车 CAN 总线?

1) CAN 连接插头可以使用检测箱 1598/38 进行检测。检测时,将各控制单元 CAN 导线检测插座与检测箱插接连接即可,如图 4-151 所示。

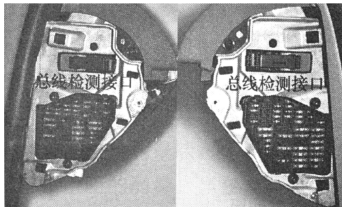


图 4-150 连接插座安装位置

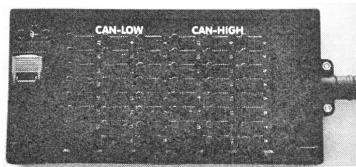


图 4-151 总线检测箱

2) 检测箱的功能电路如图 4-152 所示。

3) 使用检测箱 1598/38 检查总线系统。在将检测箱插头插到车辆上以后,检测箱插座上的连接插头必须由从车上拔下来的连接插头代替。检测箱 1598/38 测量动力系统 CAN 总线的测试点如图 4-153 所示。总线检测箱就车连接 CAN 插座如图 4-154 所示。

4-839. 何谓 LIN 总线?

LIN 即 LOCAL INTERCONNECT NETWORK,其含义是局域互连网络。所谓汽车中的局域互连网络是指所有的控制单元都在一个系统总成内,如发动机系统、自动变速器系统和空调系统,如图 4-155 所示。

4-840. 大众速腾刮水器电动机 LIN 总线有何作用? 主要控制内容有哪些?

刮水器电动机 LIN 总线的主控制单元是中央电器系统控制单元 J519, J519 连接在 CAN 数据总线上,如图 4-156 所示。它执行 LIN 的主功能。主要有以下作用。

1) 监控数据传递和数据传递的速率。该控制单元的软件内已经设定了一个周期,这个周期用于决定何时将哪些信息发送到 LIN 数据总线上多少次。

刮水器控制系统主要控制内容包括随速的刮水器频率调节、刮水速度(通过雨滴光强传感器进行)调节、150°角的方向换向、服务冬季位置控制、刮水器 APS 交替停留位置控制、发动机盖控制和预清洗控制。



服务冬季位置控制是指关闭点火开关 20s 之内, 将刮水器开关打到点动档位置, 这时刮水器将运动到最顶端位置并保持停止不动。在此位置时, 可以更换刮水器片, 称为服务冬季位置, 同时在冬季还可以将刮水器臂抬起, 防止结冰。重新打开点火开关后, 如果再次拨动刮水器开关或车速大于 2km/h 时, 刮水器将自动回位。

发动机盖控制是指在车辆停止时, 当打开发动机盖后, 刮水器将被禁止工作。当发动机盖被打开, 车速在 2~16km/h 时, 刮水器功能同样被禁止, 但当再次拨动刮水器开关后, 功能将被激活。当车速大于 16km/h 时, 尽管发动机盖被打开, 刮水器仍保持工作状态, 不受影响。直至车速低于 2km/h 后, 刮水器重新被禁止工作。

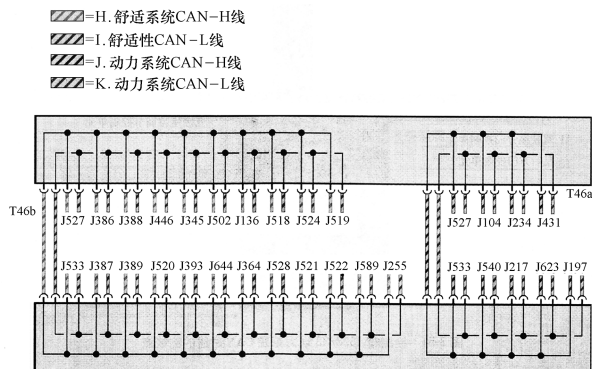


图 4-152 检测箱的功能电路

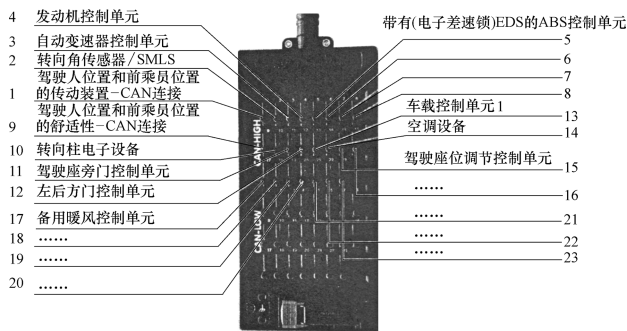


图 4-153 检测箱 1598/38 动力总线的测试点

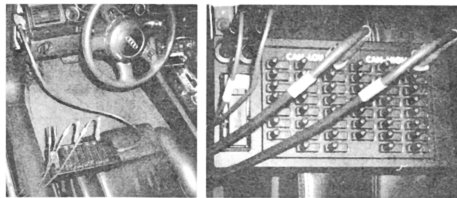


图 4-154 检测箱就车连接 CAN 插座

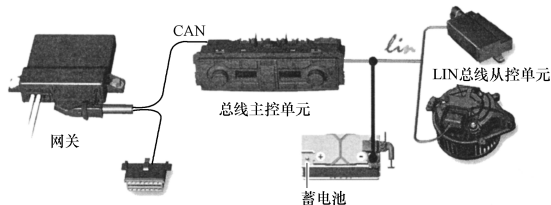


图 4-155 空调 LIN 系统

2) J519 在 LIN 数据总线与 CAN 总线之间起“翻译”作用, 它是 LIN 总线系统中唯一与 CAN 数据总线相连的控制单元。

3) 通过 LIN 主控制单元进行与之相连的 LIN 从控制单元的自诊断。



4-841. 何谓 BSD 总线?

BSD (比特串行数据) 总线控制发电机充电电压、可变蓄电池充电电压, 确保达到更好的蓄电池充电平衡状态, 如图 4-157 所示。它根据需要还能关闭用电器, 在车辆的电能消耗过高时, 可降低后窗玻璃加热装置的功率。

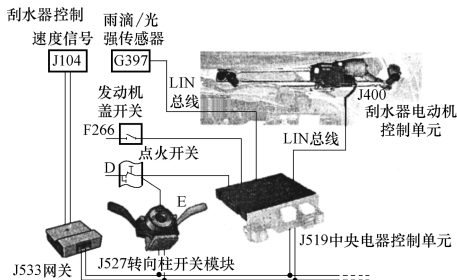


图 4-156 大众速腾刮水器系统

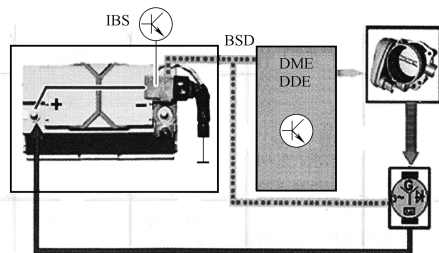


图 4-157 BSD 总线系统

4-842. 如何检测大众 CAN 总线的电阻?

一汽大众轿车的动力传动系统的 CAN 总线数据传输系统的连接方法如图 4-158 所示。在进行故障诊断时, 先关闭点火开关, 拔开变速器电子控制单元 (在流水槽内) 连接插头, 将 VAG1596/18 连接到变速器电子控制单元的线束上, 检查 CAN 总线 (其上有发动机电子控制单元及 ABS 电子控制单元的终端电阻), 也就是检查检测盒插口 3 与 25 之间的电阻值, 正常值应在 $55 \sim 75\Omega$ 之间。

1) **电阻值在 $135\Omega \sim \infty$ 之间**, 则多为两根数据线有断路、对电源正极短路、存在接触电阻现象存在, 应对连接电路进行检查。

2) **电阻值在 $115 \sim 135\Omega$ 之间**, 则多为 ABS 电子控制单元 (在流水槽内) 或变速器电子控制单元 (在流水槽内) 有导线存在断路现象。

3) **电阻值在 $0 \sim 5\Omega$ 之间**, 则多为两根数据线之间有短路现象存在, 应对连接电路进行检查。

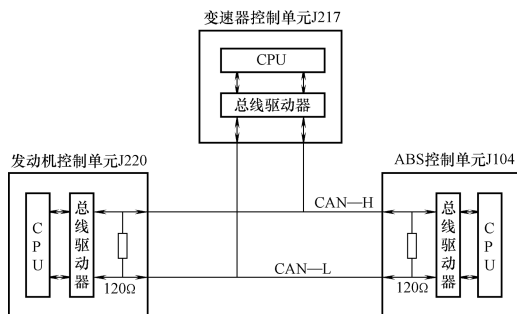


图 4-158 CAN 总线的连接

4-843. 如何用示波器电压检测

(1) **找出 CAN 总线的端脚** 采用测量电压的方法检查车载网络系统 CAN 总线电压时, 先在相应的电子控制单元上找出 CAN 总线的两个端脚。

(2) **检测方法** 采用多通道示波器测量 CAN 总线高位, 即 CAN—High (通常简称为 CAN-H) 数据线和 CAN 总线低位, 即 CAN—Low (通常简称为 CAN-L) 数据线上的电压波形。正常情况下, CAN 总线高位 CAN-H 与 CAN 总线低位 CAN-L 数据线上的电压波形的电位应为相反, 如图 4-159 所示。也就是说, CAN 总线的这两根导线上的电压, 正常时一个为高电位 5V 时, 另一个则应为低电位 0V, 两条导线上的电压和总等于一个常数。

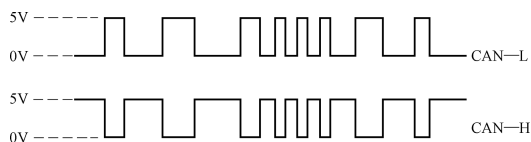


图 4-159 数据总线波形

根据 CAN 总线的这两根导线上电压的特点,判断总线工作是否正常时,就可以不必考虑在测量电压时,CAN 总线此时正在传输什么信息,而只要观察这两条电路上的电压波形是否均为 0~5V 的方波,两者电位是否相反即可。如属于这种情况,就说明总线工作基本正常。

(3) **故障分析** 如果测量时发现某一条线路上的电压为 0V,则故障多为该电路断路或与地线发生了短路现象。

如果测量时发现某一条线路上的电压为 12V,则故障多为该电路与车辆上的蓄电池正极上的电压发生了短路现象。

4-844. 如何用万用表电压检查法检测车载网络系统?

采用万用表测量车载网络系统的 CAN 总线电压判断故障的方法与采用示波器测量电压波形的的方法基本相同。当采用万用表测量 CAN 总线高位 CAN-H 与 CAN 总线低位 CAN-L 上的电压时,应对地分别进行测量,也就是分别测量车辆 CAN 总线高位 CAN-H 与 CAN 总线低位 CAN-L 与地线之间的电压,正常情况下,两条导线上的电压之和也等于 5V。一般有以下规律。

(1) **总线高位电压范围** 一般 CAN 总线高位 CAN-H 导线上的电压,在 2.5~3.5V 之间。

(2) **总线低位电压范围** 一般 CAN 总线低位 CAN-L 导线上的电压,在 1.5~2.5V 之间。

(3) **必须说明的问题** 无论 CAN 总线上的两根引线上的电压怎么变化,但两者的电压之和应始终等于 5V。

例如:CAN-H 导线上的电压为 3.1V,则 CAN 总线低位 CAN-L 导线上的电压就应为 1.9V,两者之和应等于 5V,否则就说明 CAN 总线有问题。

4-845. 汽车空调有何功能?

空气调节(简称为空调),是指根据人的舒适性方面的要求,对空气的温度、湿度、洁净度及流动速度等进行必要的调节,使之符合人的需要。空调系统使驾驶车辆时的感觉更加舒适。空调系统向车厢内吹入凉爽、干燥的空气,使车厢内部保持适宜的温度。

4-846. 汽车空调是如何分类的?

- 1) **按节流装置和系统结构分类:**膨胀阀式制冷系统和节流管式制冷系统。
- 2) **按驱动方式分类:**独立式空调和非独立式空调。
- 3) **按功能分类:**冷暖分开型、冷暖一体型和全功能型。
- 4) **按控制方式分类:**手动空调、半自动空调和全自动空调。
- 5) **按压缩机的排量分类:**定排量空调和变排量空调。

4-847. 膨胀阀式制冷系统由哪些部件组成?

该循环系统主要包括压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器和管路等主要部件,如图 4-160 所示。



4-848. 膨胀管式制冷系统结构有何特点?

膨胀管式的制冷循环(循环离合器节流孔管)系统,从制冷的工作原理来看,与膨胀阀式的制冷循环系统无本质的差别,只不过将可调节流量的膨胀阀换成不可调节流量的膨胀管,使其结构更加简单,其制冷循环如图4-161所示。为了防止液态的制冷剂进入压缩机而造成压缩机的损坏,故这种循环系统将储液干燥器安装在蒸发器的出口,并按照它所起的作用更名为集液器,同时进行气液分离,液体留在罐内,气体进入压缩机,其他部分的工作过程与膨胀阀式的制冷循环相同。

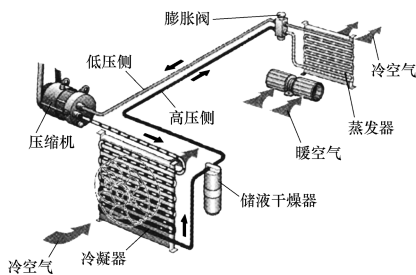


图 4-160 膨胀式制冷系统

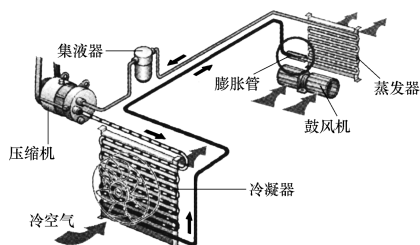


图 4-161 膨胀管式的制冷系统

4-849. 独立式空调有何特点?

独立式空调最明显的特点是空调驱动动力源与汽车的主发动机分开,用另外一台发动机(副发动机)带动,构成独立的空调系统。这种空调的工作运转平稳,不受汽车主发动机载荷的影响,空气调节量大,但成本高、体积大。它多用在大型客车上,空调压缩机一般是采用较大功率的定排量压缩机,采用分体式配气方式。

4-850. 非独立式空调有何特点?

乘用车由于其自身空间限制,常常采用非独立式空调,即空调压缩机由汽车发动机带动。因此,汽车空调系统的制冷性能受汽车发动机工况的影响较大,工作稳定性较差,尤其是低速时制冷量不足,为此发动机均提高了空调制冷时的怠速转速。为了避免影响汽车发动机怠速稳定性和汽车加速性能,其压缩机均采用电磁离合器,这样遇到紧急情况时会自动分离。其空调装置配置的冷凝器大部分都装在发动机之前,且为冷凝器增设了电子风扇,使冷凝器的冷却不受汽车行驶速度的影响。

4-851. 冷暖分开型空调结构有何特点?

冷暖分开型空调制冷和采暖系统各自分开,由两个完全独立的冷风机和暖风机所组成,各有各的送风机,控制系统也是完全分开的。制冷时完全是吸入车内空气,采暖时既可吸入车内空气,也可吸入车外新风。这种结构占用空间较多,主要用在早期的汽车空调中。

4-852. 冷暖一体型空调结构有何特点?

冷暖一体型是指在制冷系统的基础上增装加热器及暖风出口,但制冷与供暖不能同时工作。冷暖一体型空调如图4-162所示。它的出现避免了驾驶人因冬季寒冷,而出现手脚不灵活的现象,提高了行车的安全性。夏季,为驾驶人提供一个舒适凉爽的工作环境,减轻了驾驶人的疲劳度。其缺点是要驾驶人手动控制其出风量和冷暖转化模式(也就是日常所说的手动空调),增加了驾驶人行车时的操作。



4-853. 全能型空调系统结构有何特点?

全能型空调是在冷暖一体型空调的基础上改良而来的, **集制冷、供暖、除霜、去湿、通风及净化等功能于一体**, 如图 4-163 所示。其制冷和取暖完全用一套温度控制系统, 可同时工作, 实现除湿、取暖和新风制冷, 从冷到热进行连续温度调节。它又可分为空气混合型和再加热型两种。

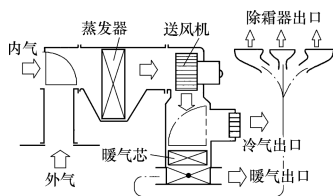


图 4-162 冷暖一体空调系统

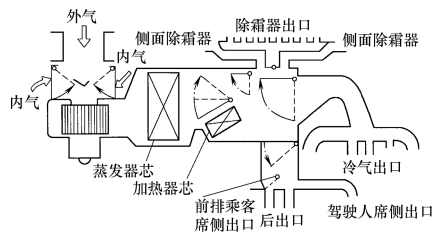


图 4-163 全能空调系统

4-854. 何谓手动空调?

手动空调的风机转速、出风口温度及送风方式等功能是由驾驶人操纵和调节的。车内通风的温度控制是通过仪表板上空气控制杆、温度控制杆、进气杆和风扇开关等来操纵通风管道上的各种活门来实现的。大多数经济型轿车都采用旋钮式的手动空调, 如普通桑塔纳、捷达、别克等轿车。图 4-164 所示为手动空调控制面板。

4-855. 何谓半自动空调?

半自动空调系统与手动空调系统的差别不大, 其主要不同是半自动空调系统**采用程序装置、伺服电动机或控制模块等操纵机构**。半自动空调可以设定温度值, 电脑自动保持恒温, 但是风速是手动调节的。半自动空调一般装配在中档轿车上, 如大众波罗、速腾等。图 4-165 所示为高尔夫 A6 半自动空调控制面板。

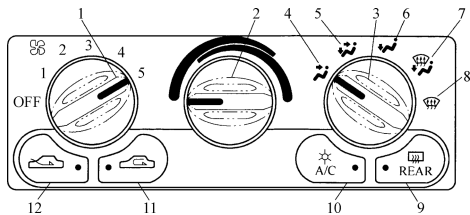


图 4-164 手动空调面板

- 1—鼓风机旋钮 2—冷热调节旋钮 3—出风模式旋钮
4—正面出风 5—混合出风 6—往下出风 7—除雾模式 8—除霜模式 9—后窗除霜 10—A/C 开关
11—内循环 12—外循环

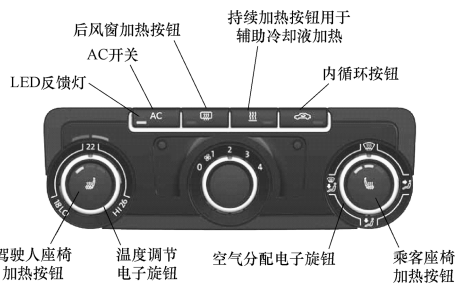


图 4-165 高尔夫 A6 半自动空调面板

4-856. 何谓全自动空调?

全自动空调是利用传感器随时检测车内外温度的变化, 并把检测到的信号送给空调的电子控制单元 (ECU)。ECU 则按预先编制的程序对信号进行处理, 并通过执行元件, 不断地对风机转速、出风温度、送风方式及压缩机工作状况等进行调节, 从而使车内温度、空气湿度及流动状况始终保持在驾驶人设定的水平上。全自动空调系统具有自诊断功能, 可以及早发现故障隐患。全



自动空调一般装配在中高档车上面,如广州本田雅阁、一汽奥迪系列、通用别克系列、丰田凯美瑞、高尔夫 A6 和迈腾等。图 4-166 所示为高尔夫 A6 自动空调控制面板。

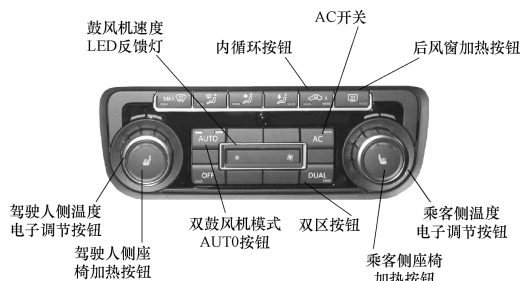


图 4-166 高尔夫 A6 空调面板

4-857. 何谓定排量空调系统?

定排量空调系统也称循环离合器系统。该系统当蒸发器温度下降到一定水平时需截断离合器电路,使压缩机停转即停止制冷。当蒸发器温度上升到一定值时再接通离合器,让压缩机运转,开始制冷,如此往复循环。也就是说, 定排量空调系统是通过离合器的循环工作来调节温度的。定排量空调系统中因为压缩机的排量是固定的,所以在制冷系统中加了许多保护装置,尤其是减压安全阀和易熔塞。

4-858. 何谓变排量空调系统?

变排量空调系统,也称非循环离合器系统。该系统采用的是可变排量压缩机,它 依靠可变排量压缩机的自身调节来控制温度。当系统的环境温度(蒸发器温度)高时,压缩机增加活塞行程来增加制冷剂量,以达到增加吸热和降温的作用。反之,当蒸发器温度低时,压缩机则减小活塞行程从而减少通过蒸发器的制冷剂量,由于制冷剂量少,吸收的热量也少,使蒸发器的温度得到回升。离合器的唯一目的就是当不需要空调时脱离压缩机,当需要空调时连上压缩机。

4-859. 制冷系统是如何工作的?

(1) **压缩过程** 当发动机带动压缩机运转时,压缩机吸入蒸发器出口处低温 0°C 、低压 0.147MPa 的制冷剂气体,将其压缩成高温 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ 、高压 1.471MPa 的气体排出压缩机。

(2) **冷凝过程** (放热) 高温高压的过热制冷剂气体进入冷凝器,压力和温度降低。当气体的温度降至 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 时,制冷剂气体变为液体,同时放出大量的热量。

(3) **膨胀过程** (节流) 液态制冷剂流到储液干燥器后,在储液干燥器中除去水分和杂质,由管道流入膨胀阀。温度和压力较高的制冷剂液体通过膨胀阀装置后体积变大,压力和温度急剧下降,以雾状(细小液滴)排出膨胀阀。

(4) **蒸发过程** (吸热) 低温低压的雾状制冷剂进入蒸发器后,通过蒸发器的壁面吸收蒸发器表面周围空气的热量而沸腾汽化,从而降低了车内空气温度。在鼓风机的作用下,车内的冷、热空气加速对流。提高了空调制冷效果。在蒸发器内吸热汽化后的制冷剂蒸气再次被压缩机吸入,然后重复上述过程,如图 4-167 所示。

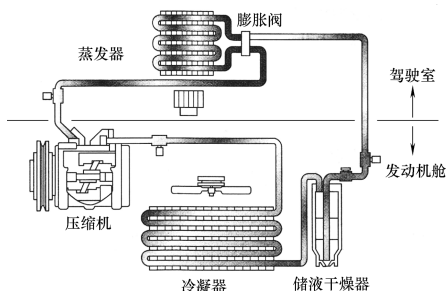


图 4-167 制冷系统工作原理

●4-860. 空调压缩机有何功用？

压缩机的功用是：一方面使压缩机进口处成低压状态，使蒸发器携带潜热（包括吸收了车室内热量）的制冷剂流出蒸发器；另一方面使低压气态制冷剂压缩成高压气态制冷剂。压缩机的这两个功能只要有一个失效就会导致空调系统内的制冷剂无法循环，空调系统将工作不良或无法制冷。

●4-861. 压力调节式变排量压缩机结构有何特点？

压力调节式变排量压缩机（图 4-168）是大众系列的一种连续变容量空调压缩机，它通过改变单向工作斜盘的倾斜度（活塞的工作行程）来改变排量，调节范围在 5% ~ 100%。这种压缩机活塞的工作行程可以根据高、低压压力比率而改变。活塞行程的改变直接影响压缩机的压缩比率，从而调节制冷剂的输出功率，改变制冷效率。在正常工作情况下，压缩机是持续运转的，不发生离合动作。**旋转斜盘的倾斜度决定了活塞的行程。**旋转斜盘的倾斜度取决于腔内压力、活塞顶部和底部的压力以及斜盘前后的弹簧力。腔内的压力取决于调节阀两侧的高低压力和节流管道的大小。

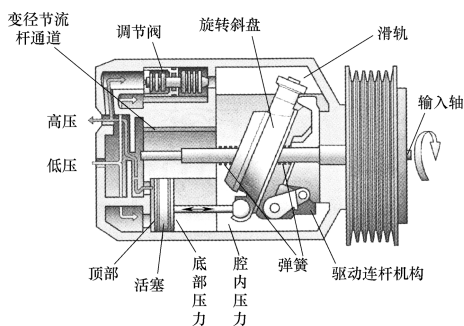


图 4-168 变排量压缩机结构

●4-862. 压力调节式变排量压缩机是如何工作的？

(1) **汽车空调接通** 刚接通汽车空调时，高、低压及腔内的压力是相等的，旋转斜盘前后弹簧对斜盘的调节范围为 40%。此时压缩机开始的输出功率为 40%，**即以较小的输出功率工作，以减小对发动机的冲击负荷。**

(2) **高制冷率** 高、低压管的相对压力较高时，调节阀打开，从节流管流入的高压经调节阀流回低压端，腔内的压力下降。活塞顶部的压力与弹簧 1 的压力之和大于活塞底部的压力（腔内压力）与弹簧 2 的压力之和，**旋转斜盘的倾斜角度增大，活塞的行程增大，输出功率提高，**如图 4-169 所示。

(3) **低制冷率** 高、低压管的相对压力较低时，调节阀关闭，从节流管流入的高压无法经调节阀流回低压端，腔内的压力上升。活塞顶部的压力与弹簧 1 的压力之和小于活塞底部的压力（腔内压力）与弹簧 2 的压力之和，**旋转斜盘的倾斜角度减小，活塞的行程减小，输出功率降低，**如图 4-170 所示。

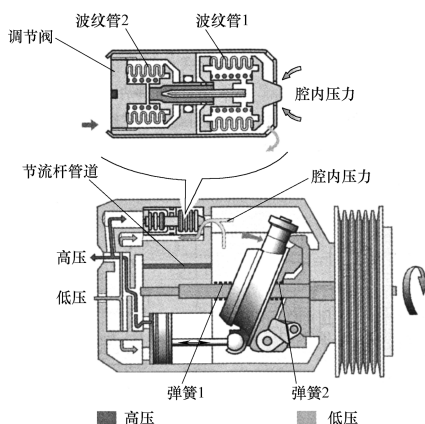


图 4-169 高压制冷时的压缩机工作情况

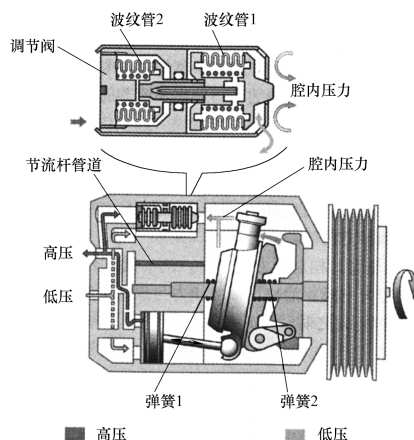


图 4-170 低压制冷时压缩机工作情况

4-863. 电控调节的变排量压缩机是如何工作的?

在无电流的状态下, 阀门开启, 高压腔和压缩机曲轴箱相通, 高压腔压力和曲轴箱压力达到平衡。**全负荷时**, 阀门关闭, 曲轴箱和高压腔之间的通道被隔断, 曲轴箱的压力下降, 斜盘的倾斜角度加大直至达到 100% 的排量; **关掉空调或所需的制冷量较低时**, 阀门开启, 曲轴箱和高压腔之间的通道被打开, 斜盘的倾斜角度减小直至低于 2% 的排量。**当系统的低压较高时**, 真空膜盒被压缩, 阀门挺杆被松开, 继续向下移动, 使得高压腔和曲轴箱进一步被隔离, 从而使压缩机达到 100% 的排量; **当系统的吸气压力特别低时**, 压力元件被释放, 使挺杆的调节行程受到限制, 这就意味着高压腔和曲轴箱不再能完全被隔断, 从而使压缩机的排量变小, 如图 4-171 所示。

注: 调节阀上的控制孔连通压缩机内低压、高压与曲轴箱。

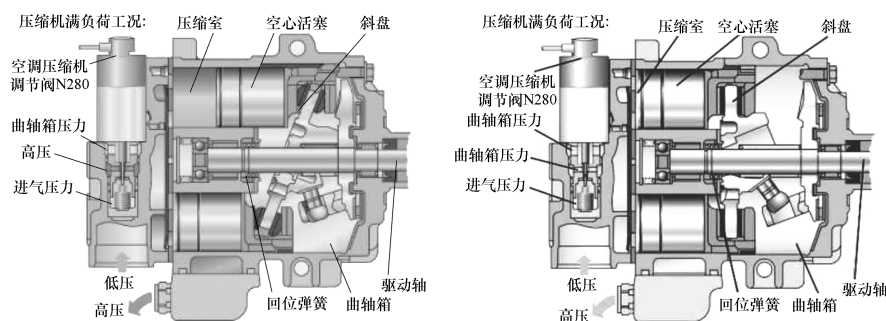


图 4-171 电控可变排量泵工作原理

4-864. 冷凝器有何作用?

冷凝器的作用是对压缩机排出的高温、高压制冷剂蒸气散热降温, 使其凝结为液态高压制冷剂。气体状态的制冷剂在冷凝器中得到液化或冷凝, 制冷剂进入冷凝器时几乎为 100% 的蒸气, 而当其离开冷凝器时并非为 100% 的液体。因此, 少量的制冷剂以气态方式离开冷凝器, 但由于下一步是储液干燥器, 故制冷剂的这一状态并不影响系统的运行。与发动机的冷却液散热器相比较, 冷凝器承受的压力比发动机的冷却液散热器高。

安装冷凝器时, 注意从压缩机排出的制冷剂必须由冷凝器的上端入口进入, 其出口必须在下



方, 否则会引起制冷系统压力升高, 导致冷凝器胀裂的危险。

●4-865. 蒸发器结构有何特点?

RS (新一代超薄型) 蒸发器由一个箱体、管道和冷却叶片组成, 如图 4-172 所示。由于管道为挤压模塑形成的微孔管道, 因此不但获得了很好的热量传递性能, 也实现了蒸发器的薄壁化构造 (38mm)。

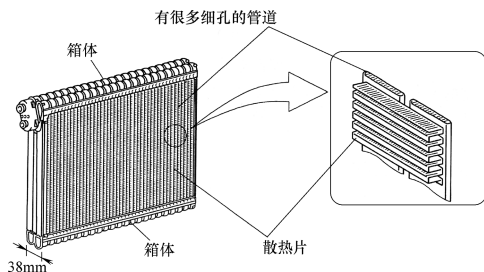


图 4-172 新型蒸发器

●4-866. 蒸发器有何功用?

蒸发器的作用与冷凝器的作用相反。制冷系统工作时, 高压液态制冷剂通过膨胀阀膨胀而压力降低, 变成湿蒸气进入蒸发器芯管, 吸收散热片及周围空气的热量。

●4-867. 蒸发器是如何工作的?

在采用膨胀阀的系统中, 制冷剂在蒸发器中的工作过程分为两个阶段。

第一阶段是液态制冷剂吸热后沸腾汽化, 成为饱和气体, 这一阶段是潜热变化, 压力、温度基本不变。

第二阶段是制冷剂继续吸热, 温度升高, 成为过热气体, 是显热变化。制冷剂温度升高的程度就是过热度。蒸发器出口要有一定过热度的目的是为了保证压缩机吸入的一定是气态制冷剂, 使压缩机内不会发生液击现象。对于采用膨胀阀的系统, 蒸发器的过热度是由膨胀阀控制的。对于采用节流管的系统, 是靠蒸发器后面的储液干燥器来保证压缩机吸入的一定是气态制冷剂。

●4-868. 膨胀阀有何功用?

(1) **节流作用** 膨胀阀节流小孔可将流入的液态制冷剂, 从高压变为低压。膨胀阀将空调系统的高压侧与低压侧分离出来。

(2) **调节作用** 安装在膨胀阀体上的恒温控制阀按照要求改变开启或关闭位置来控制通过节流孔的液态制冷剂流量。热力膨胀阀可以从全开位置调到关闭位置, 在这两位置之间不断调整平衡, 以保证在各种负载条件下节流而给蒸发器提供适量的制冷剂。

(3) **控制作用** 恒温膨胀阀能够快速地对热负载工况变化做出反应。当测出热量升高时, 膨胀阀会向增加制冷剂流量的位置移动。当测出热量下降、发动机转速提高使得热载荷降低或压缩机输出量增加时, 膨胀阀就会向关闭位置移动, 减少流入蒸发器的制冷剂流量。

4-869. 膨胀阀类型有哪三种?

膨胀阀一般有内平衡式、外平衡式和 H 形三种, 如图 4-173 所示。

1) 内平衡式膨胀阀。这种膨胀阀从针阀的蒸发器侧到膜片下侧有一孔形通路。

2) 外平衡式膨胀阀。这种膨胀阀有一毛细管接至蒸发器出口处, 用于检测蒸发器的压力。



3) H 形膨胀阀。这种膨胀阀因其内部通路像字母 H 而得名。

4-870. H 形膨胀阀结构有何特点?

H 形膨胀阀制冷系统目前已被许多著名的汽车厂家所采用。在一个方形阀体端面,进液管与储液干燥器相连,出气管与压缩机进气孔相连,阀体的另一端与标准蒸发器的进液接口和出气口相接如图 4-174 所示。整个阀体可固定在蒸发器上。

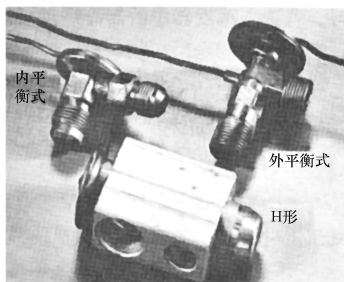


图 4-173 空调三种膨胀阀

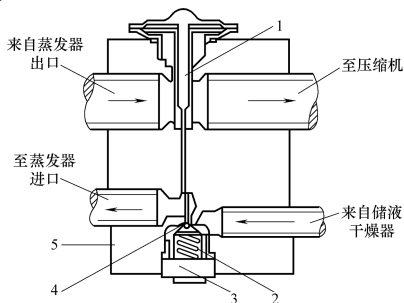


图 4-174 H 形膨胀阀结构

1—感温器 2—弹簧 3—调整螺栓 4—球阀 5—阀体

4-871. H 形膨胀阀是如何工作的?

H 形膨胀阀同内平衡膨胀阀一样,能够根据蒸发气体的温度自动调节供给蒸发器的制冷剂量。如图 4-175 所示,在高压液体进口和出口之间有一个球阀控制的节流孔,节流孔的开度大小由弹簧和感温器控制。感温包内部的制冷剂直接感测从蒸发器出来的蒸气温度,以控制杆下部球阀的上下运动,并与弹簧一起控制流量的大小。当蒸发器的温度升高时,感温包内制冷剂压力增大,克服弹簧压力,球阀开度增大,制冷剂流量增加,制冷量增大。

H 形膨胀阀制冷系统能够在工作时调节蒸发器的过热度,即在工作时将发动机转速稳定在 2000r/min,利用压力表首先测定其低压端压力,然后拧动调整螺栓(通常只能调整 1/4 圈左右),调至使其低压蒸气比对应的饱和温度高出 3℃ 即可。

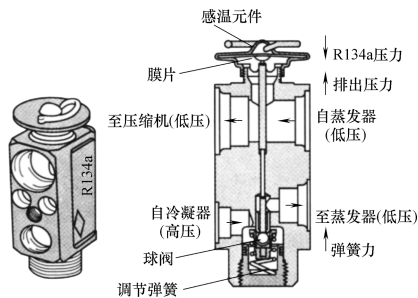


图 4-175 工作原理图

4-872. 何谓液击?

“液击”就是过饱和气体(含有未蒸发完的液态制冷剂的气体称为过饱和气体)在压缩机中因压缩升温,成为过热蒸气的过程中,其中所含的液滴迅速蒸发膨胀,使气缸中压力骤增,活塞阻力突然加大,就像受到重击一样。

4-873. 储液器有何功用?

1) 储存制冷剂。储液干燥器可以暂时储存一部分制冷剂,使气、液分离。它还可作为储存罐使用,即接收冷凝器流出的液态制冷剂并一直将其保留到蒸发器需要排出时为止。

2) 过滤水分、杂质。

3) 防止气态制冷剂进入蒸发器。



4) 提供缓冲空间。

5) 部分储液干燥器上部出口端装有一个玻璃视窗, 用于观察制冷剂在工作时的流动状态, 由此可判断制冷剂是否合适, 如图 4-176 所示。

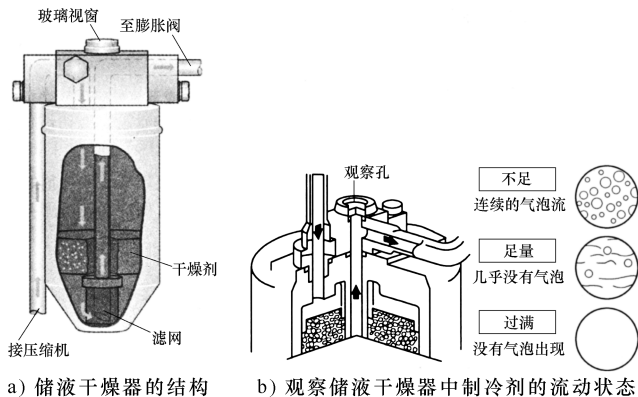


图 4-176 储液器

4-874. 空调高压开关有何保护方式?

高压保护开关通常有两种保护方式: 一是会自动将冷凝器风扇高速档电路接通, 提高风扇转速, 以便较快地降低冷凝器的温度和压力; 二是切断压缩机电磁离合器电路, 使压缩机停止运行。

高压压力开关通常安装在压缩机至冷凝器的管路上, 如图 4-177 所示。

4-875. 空调高压开关结构有何特点?

高压保护开关的结构如图 4-178 所示, 可使高压制冷剂蒸气直接作用在膜片上。

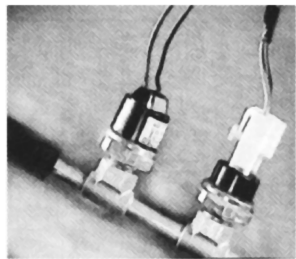


图 4-177 高压开关

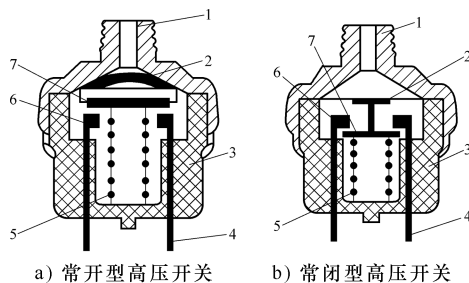


图 4-178 高压开关

1—管路接头 2—膜片 3—外壳 4—接线柱
5—弹簧 6—固定触点 7—活动触点

4-876. 高压开关是如何工作的?

图 4-178a 所示为常开型高压开关, 正常情况下其触点断开, 冷凝器风扇停止工作。当制冷系统压力异常, 升高至工作压力上限时, 制冷剂蒸气压力大于弹簧压力, 触点接通, 冷凝器风扇高速运转, 强制冷却。图 4-178b 所示为常闭型高压开关, 压缩机电磁离合器电路接通, 制冷系统正常工作。当系统压力高于正常值时, 制冷剂压力大于弹簧压力, 触点将离合器电路断开, 压



压缩机停止运行,从而保护压缩机。当制冷剂压力下降到正常值时,触点重新闭合,电路接通,压缩机即可恢复运行。高压开关的压力控制范围: 2.82 ~ 3.10MPa 时断开, 1.03 ~ 1.73MPa 时接通。

4-877. 低压开关有何功用?

设在高压回路中的低压保护开关主要功能是感测制冷系统高压侧的制冷剂压力是否正常,避免压缩机在缺少制冷剂的情况下空转,以免压缩机因缺乏润滑而磨损。如制冷系统的制冷剂不足或泄漏时,冷冻润滑油也有可能泄漏,系统的润滑便会不足,压缩机继续运行,将导致严重损坏。另外,在环境温度较低时,低压保护开关会自动切断离合器电路,使压缩机在低温下自动停止运行,这样可减少动力消耗,达到节能的目的。设在低压回路中的低压开关,通过感受吸气压力,用来控制高压旁通阀的除霜作用。

4-878. 低压开关结构有何特点? 是如何工作的?

(1) 结构及安装位置 低压保护开关的结构如图 4-179 所示,通常用**螺纹接头直接安装在系统管路高压侧**。

(2) 工作原理

1) 当制冷剂压力正常时,动触点接通压缩机电磁离合器电路;当制冷剂压力过低时,低压保护开关会自动切断电磁离合器电路,使压缩机停止运行,以保护压缩机不会损坏。

2) 在低压回路中,当低压压力低到某一规定值时,低压开关接通高压旁通阀(电磁阀),让部分高压蒸气直接进入蒸发器,以达到除霜目的。这种低压开关一般用于大客车空调。当系统吸气压力降低时,压力调整弹簧和压力差弹簧的弹力相抵消,动作板复原,微动开关动作,触点通电,高压旁通阀开启。在正常运转时,高压旁通阀的触点一直是断开的。

3) 当外面环境温度过低时,冷凝温度低,相应的压缩机排出的制冷剂温度和压力也低。在汽车空调制冷系统中,低压开关的压力控制范围为 80 ~ 110kPa 时断开,230 ~ 290kPa 时接通。

4-879. 高低压力组合开关结构有何特点? 安装位置在哪儿?

(1) **结构** 新型的空调制冷系统把高、低压保护开关组合成一体,这样既可减少重量和接口,又可减少制冷剂泄漏的可能性。图 4-180 所示为高、低压组合保护开关的结构。

(2) **安装位置** 安装在储液器上面或压缩机与冷凝器之间的高压管路中。

4-880. 高低压开关是如何工作的?

当制冷剂的压力正常时,压力应在 0.423 ~ 2.750MPa 之间,金属膜片和弹簧力处在平衡位置,高压触点和低压触点都闭合,电流从触点 6、7 经高压触点 14、15 后再到触点 1、2 流出。当制冷剂压力下降到 0.423MPa 时,弹簧压力大于制冷剂压力,推动低压触点 1、2 和 6、7 脱离,电流随即中断,压缩机停止运行,如图 4-180a 所示。反之,当压力大于 2.750MPa 时,蒸气压力将整个装置向上推到上止点,继续压迫金属膜片上移,并推动顶销将高压动触点 14 与高压静触点 15 分开,将离合器电路断开,压缩机停止运行,如图 4-180b 所示。当高压端的压力小于 2.170MPa 时,金属膜片恢复正常位置,压缩机又开始运行。

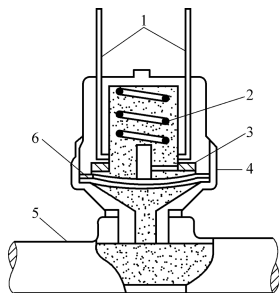


图 4-179 低压开关

- 1—导线 2—弹簧 3—动触点 4—支座
5—压力导入管 6—膜片

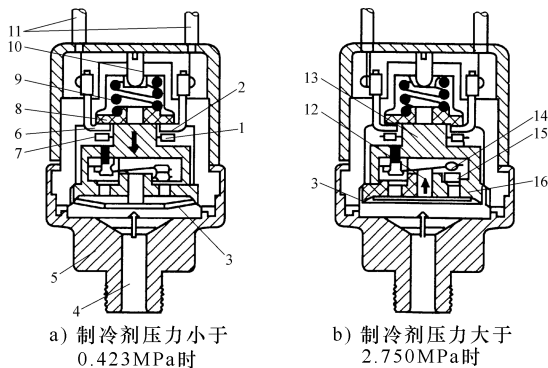


图 4-180 高低压组合开关

- 1、7—低压动触点 2、6—低压静触点 3—膜片
4—制冷剂压力通道 5—开关座 8—绝缘片
9—弹簧 10—调节螺钉 11—接线柱 12—顶销
13—钢座 14—高压动触点 15—高压静触点
16—膜片座

4-881. 空调三位压力开关作用及结构有何特点，安装位置在哪儿？

(1) 作用

- 1) 低压保护。防止因制冷剂泄漏而损坏压缩机。
- 2) 高压保护。当系统内制冷剂高压异常时，保护系统不受损坏。
- 3) 中压开关。在正常工作状况下，冷凝器风扇低速运转，实现低噪声，节省动力；当系统内高压升高后，风扇高速运转，以改善冷凝器的散热条件，实现风扇的二级变速。

(2) **结构** 三位压力开关内部由隔膜、碟形弹簧、轴和触点组成。接点可分为低压及高压异常时会动作的触点，以及用于控制冷凝器风扇或发动机散热器风扇的触点。

(3) **安装位置** 三位压力开关一般安装在储液干燥器上。

4-882. 空调三位压力开关是如何工作的？

中压保护实际上就是冷凝器风扇的调速开关感受制冷剂高压回路的压力信号。其压力开关工作原理如图 4-181 所示（以 R134a 制冷剂为例）。

(1) **低压保护** 当制冷剂压力不大于 0.196MPa 时，由于隔膜、碟形弹簧和弹簧的弹力大于制冷剂压力，因此高低压触点断开（OFF），压缩机停转，实现低压保护，如图 4-181a 所示。

(2) **正常工作** 当制冷剂压力为 0.2 ~ 3.0MPa 时，制冷剂压力高于开关的弹簧压力，弹簧被压缩，高低压触点接通（ON），压缩机正常工作，如图 4-181b 所示。

(3) **高压保护** 当制冷剂压力大于或等于 3.14MPa 时，制冷剂压力大于隔膜、碟形弹簧压力，高低压触点断开，压缩机停转，实现高压保护，如图 4-181c 所示。

(4) **中压开关** 当制冷剂压力大于 1.77MPa 时，制冷剂压力大于隔膜弹力，隔膜会反转，将轴推上，以接通冷凝器风扇高速触点，风扇以高速运转，实现中压保护，如图 4-181d 所示。当压力降至 1.37MPa 时，隔膜恢复原状，轴下落，触点断开，冷凝器风扇又以低速运转。

4-883. 丰田卡罗拉自动空调的组成部件有哪些？

丰田卡罗拉自动空调主要由空调 ECU（空调放大器）、**传感器**（主要有加热器控制面板总成、空调压力传感器、蒸发器温度传感器、阳光传感器、车内温度传感器和环境温度传感器）



以及执行器（进气伺服电动机、通风伺服电动机、空气混合伺服电动机、鼓风机电动机、3个PTC加热器继电器、空调压缩机电磁控制阀和后除雾器）等组成。丰田卡罗拉自动空调主要元件位置如图4-182所示。

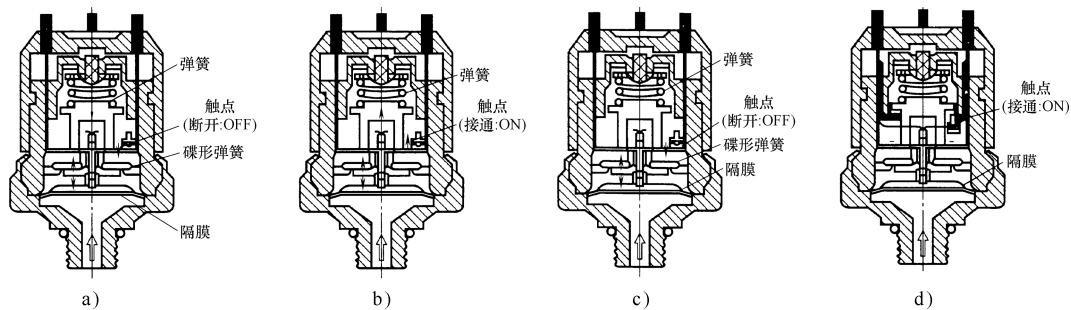


图 4-181 三位压力开关原理图

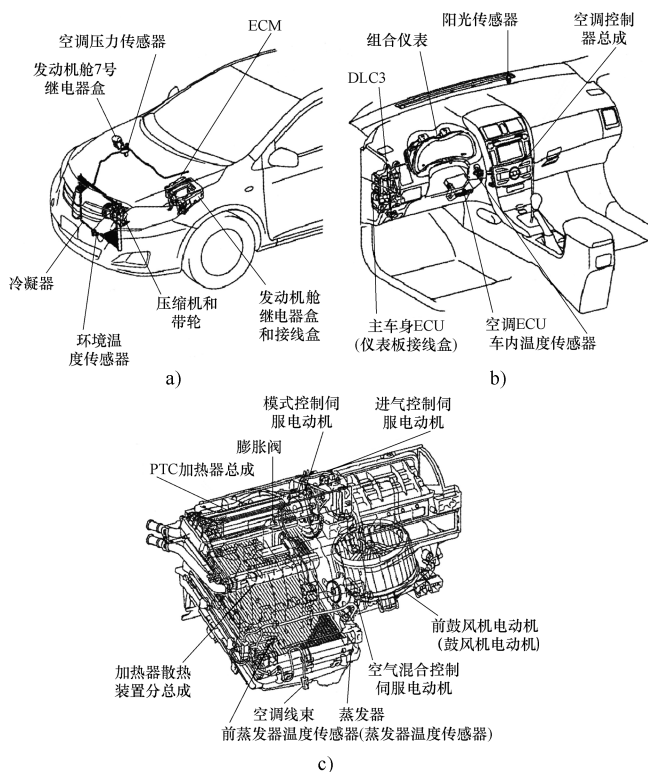


图 4-182 丰田卡罗拉自动空调主要元件位置

4-884. 丰田卡罗拉 PTC 加热器有何功用?

卡罗拉自动空调采用半中央位置空调单元，其蒸发器和加热器芯均位于车辆的纵向位置。RS（创新超纤细结构）蒸发器的顶部和底部均置有水箱，且采用微孔管结构使蒸发器更薄，确保了热交换效率，使温度分配均匀。加热器芯上部装有3个PTC加热器，如图4-183所示。PTC加热器由PTC元件、铝散热片和铜片组成。对PTC元件供电时，PTC元件产生的热量使通过此



单元的空气变暖。空调 ECU 根据冷却液的温度、发动机转速、空气混合设置和电气负载（交流发电机功率比）来控制 PTC 加热器的开关功能，工作的 PTC 加热器的数量随图 4-184 所示冷却液温度改变。

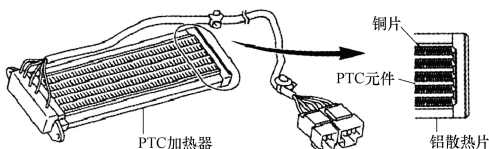
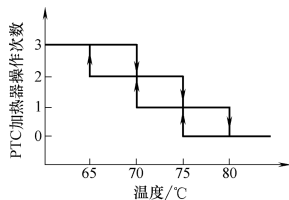


图 4-183 PTC 加热器

图 4-184 PTC 加热器的数量
随冷却液温度变化

4-885. 丰田卡罗拉自动空调是如何工作的？

自动空调利用传感器随时检测车内温度及车外环境温度的变化，并把检测到的信号输送给空调 ECU，ECU 则按预先编制的程序对信号进行处理，并通过伺服电动机等执行元件，不断地对鼓风机转速、出风温度、送风模式及压缩机工作情况等进行调节，从而使车内空气温度及流动情况始终保持在驾驶人设定的水平上。另外还具备自诊断功能，以利于对电控元件及电路故障的检测。

4-886. 空调系统如何抽真空？

抽真空并不能把水分直接抽出制冷系统，而是产生真空后降低了水的沸点，水汽化成蒸气被抽出制冷系统，所以抽真空时间越长，系统内残余水分就越小，如图 4-185 所示。

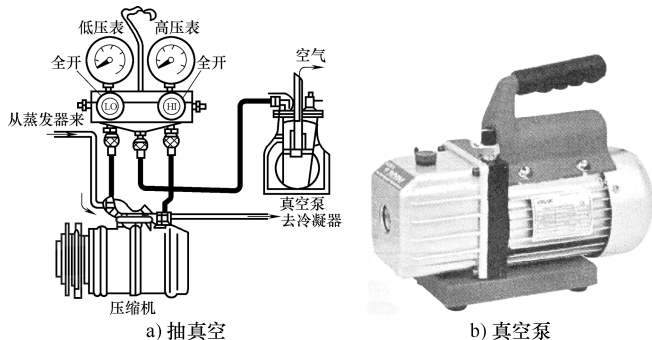


图 4-185 空调系统抽真空

注：真空泵流量必须大于 18L/min。

1) 先把歧管压力表高压软管接到空调系统高压维修阀上，再把低压软管接到低压维修阀上，把中间管接到抽真空机上。

2) 打开歧管压力表高压手动维修阀与低压手动维修阀，起动真空泵，并观察低压表上的真空表部分，直到将压力抽至 $-100 \sim -80\text{kPa}$ 。

3) 关闭歧管压力表上的高、低压手动阀，关闭真空泵电源开关，观察真空表压力是否回升。如回升则表示空调系统泄漏，此时应进行检漏和修补。若压力表指示针不动，则再打开真空泵，连续抽真空 15 ~ 30min，使其压力表指针稳定。

4) 抽真空完毕后，先关闭歧管压力表高低压手动维修阀，再关闭抽真空机。



注意事项:

- ①系统检修完毕后, 只有抽完真空才能加注制冷剂。
- ②在抽真空过程中, 如发现压力表一直不动或指针一直不降到真空度, 说明系统有泄漏, 应检修。

5) 空调系统常用的检漏方法有外观检漏、压力检漏和真空检漏。

①外观检漏是通过目视或用手直接触摸来检查制冷系统各接头是否有油泄漏出来。对于比较小的泄漏, 可通过检漏仪或肥皂液来检查, 如图 4-186 所示。

②压力检漏有充氮气压力检漏和充制冷剂检漏。



图 4-186 外观检漏

4-887. 如何加注制冷剂?

由于制冷剂有液态和气态之分, 故制冷剂的充注也有两种方法。

(1) 高压端充注法 (液态制冷剂充注) 操作步骤

- 1) 当系统抽真空后, 关闭歧管压力表上的高、低压手动阀。
- 2) 将中间软管的上端与制冷剂罐注入阀的接头连接起来, 如图 4-187 所示。打开制冷剂罐开启阀, 再拧开歧管压力表中间软管上端的螺母, 让气体溢出几秒钟, 把空气赶走, 然后再拧紧螺母。

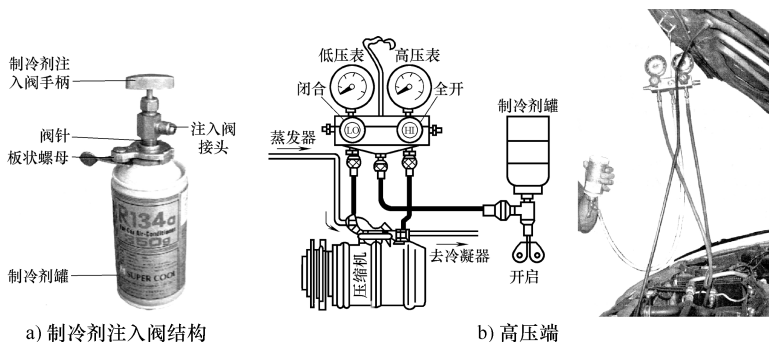


图 4-187 高压端注入制冷剂

- 3) 打开高压侧手动阀至全开位置, 将制冷剂罐倒立, 以便从高压侧充注液态制冷剂。
- 4) 从高压侧注入规定量的液态制冷剂后, 关闭制冷剂罐注入阀及歧管压力计上的手动高压阀, 然后将仪表卸下。



注意事项:

①从高压侧向系统充注制冷剂时,发动机处于不起动状态(压缩机停转),更不可拧开歧管压力表上的手动低压阀,以防止产生液击。

②充注时不能起动压缩机,而且制冷剂罐要倒立;禁止在充注时打开低压开关。

(2) 低压端充注法(气态制冷剂充注) 操作步骤

1) 如图 4-188 所示,将歧管压力表与压缩机和制冷剂罐连接好。

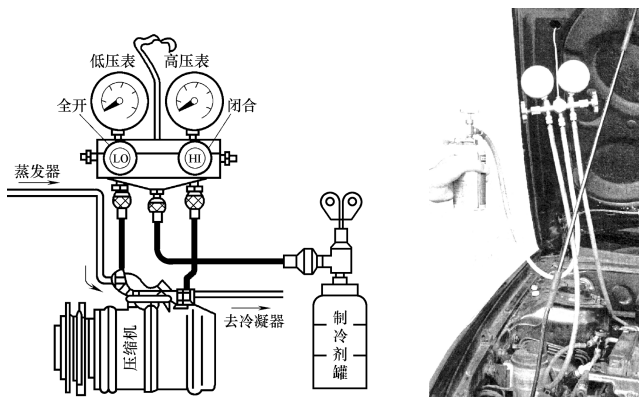


图 4-188 低压端注入制冷剂

2) 打开制冷剂罐,拧松中间注入软管在歧管压力表上端的螺母,直到听见有制冷剂蒸气流动的声音,然后拧紧螺母。目的是排出注入软管中的空气。

3) 打开手动低压阀,让制冷剂进入制冷系统。当系统的压力值达到 0.4MPa 时,关闭手动低压阀。

4) 起动发动机,将空调开关接通,并将风机开关和温控开关都调至最大。

5) 再打开歧管压力表上的手动阀,让制冷剂继续进入制冷系统,直至充注量达到规定值。

6) 在向系统中充注规定量制冷剂之后从视液玻璃窗处观察,确认系统内无气泡、无过量制冷剂。随后将发动机转速调至 2000r/min,冷风机风量开到最高档。若气温在 30~35℃,系统内低压侧压力应为 0.147~0.192MPa,高压侧压力应为 1.37~1.67MPa。

7) 充注完毕后,关闭歧管压力表上的手动低压阀,关闭装在制冷剂罐上的注入阀,使发动机停止运转,将歧管压力表从压缩机上卸下,卸下时动作要迅速,以免过多的制冷剂排出。

注意事项:确保制冷剂罐直立,防止制冷剂从负压端进入系统,对压缩机造成损伤。充入到规定量后,关闭低压侧手动阀,再关闭制冷剂注入阀;不要充注过多的制冷剂,否则会引起轴承和传动带的故障。

4-888. 新款捷达空调工作原理及电路如何分析?

(1) 工作原理 点火开关接通起动着车以后,如果再按下空调开关 E35(标有 A/C 或※符号)之后(环境温度>5℃),则环境温度开关 F38 将空调请求信号传给发动机控制单元的 T80/44 端子,如果发动机此时处在怠速状态,J361 会令发动机加油升到快怠速以各接通压缩机防止熄火(如从 800r/min 升至 1000r/min),然后对端子 T80/42 下达指令,使之处在低电平(接近搭



铁电位), 该电平通过绿蓝线传到空调控制单元的 T10w/8 端子, 而该端子内侧正是压缩机 N25 和电风扇 V7 低速共用的双触点继电器 Jb、Jc 控制线圈的 T10w/9 端子, 经黑黄线接 S19 (5A) 熔丝, S19 接在 15 号电源线下, 当点火开关在“ON”位置, 它必然有电, 并同时向高低压传感器 G65 供电。G65 取代了原来的高低压开关 F129, 装在冷凝器附近的钢管上, 它将制冷剂的高低压信号直接传给发动机控制单元 J361 的 T80/52 端子。如果车辆正值爬坡、超车满载或超负荷, 节气门角度达到最大值, 假如此时还接通空调压缩机 (约 2kW 功率) 会感到车辆动力不足, 因此, J361 会下令停止制冷, 即将 J361 的 T80/42 端子和 J293 的 T10W/8 端子处于高电平, 线圈断电, 这样一来, J293 内的继电器不能吸合, 则 N25 不得电, 不制冷。

如果空调开关 E35 接通, 环境温度在 5℃ 以上, 其他状态正常, 则 J361 接到空调请求以后, 会让 T80/42 端子处在低电平, 从而使 J293 的 T10W/8 端子也处在低电平, 蓄电池电流从 J519 经 S49 30A 熔丝将通过触点流向压缩机电磁离合器 N25, 另一路经 T4z/2 端子流向降压电阻和电风扇 V7 的电枢, 再经 4.0 棕线和 6.0 棕线搭铁, 使 V7 至少以低速运转。若冷却液温度在 105℃ 以上, 则 V7 高速运转。

(2) **散热电风扇 V7 电路分析** (图 4-189) V7 电流一个是来自双温开关 F18 的低温触点 (1-2), 另一个是来自空调控制单元 J293 的 T4z/2 端子, 该端子内部是电风扇 V7 的低速继电器。双温开关 F18 内有 95℃ 触点 (1-2) 与 105℃ 触点 (1-3), 当发动机冷却液在不同温度下, 两触点分别闭合或断开。当 1-2 触点在 95℃ 闭合时, 电流可以从蓄电池经熔丝 S06 (30A) 过来, 经 F18 的 1-2 触点, 经 2.5 红白线→附加电阻→电风扇 V7 电枢→接地。电风扇可以不经空调控制单元 J293 而低速运转, 转速约为 1500r/min。当冷却液温度达到 105℃ 左右时, F18 的高温触点 1-3 闭合, 电流经熔丝 S06 (30A) 过来, 过 F18 的 (1-3) 触点和 0.5 红白 (ro/ws) 线, 将过热信号传给发动机控制单元 J361 的 T80/12 端子。J361 将作出判断, 由其 T80/40 端子发出指令, 并将该端子电位降为低电平, 低电平信号传到 J293 的 T10w/6 端子, 该端子内部正是 V7 电风扇的高速继电器, 控制线圈低电位端。线圈另一端是 T10w/7 端, 它接在蓄电池经熔丝 S06 (30A) 过来的电流, 所以内部线圈吸合触点, 接通电风扇 V7 高速运转。这时电风扇 V7 的电流从 T4z/1 端子直接进入 V7 电枢, 将附加电阻短路, 电风扇 V7 转速约为 2600~3000r/min。

(3) **鼓风机电路分析** (图 4-190) 鼓风机 V1 电流来自 J18 X 触点卸荷继电器。通过点火开关和 X 触点卸荷继电器 J18 的作用令 P4/3 线断电, 一旦起动状态结束, 钥匙回到“ON”档, P4/3 线又恢复供电。J18 X 触点卸荷继电器下的熔丝 S36 (30A) 供电给鼓风机开关 E9, E9 有 4 个档位, 通过 4 段降压电阻器 N24 以调节鼓风机 V1 的转速, 其最低转速为 500r/min, 最高可达 3000r/min。要开空调必须先开鼓风机 (防止蒸发器结霜), 所以有一条线接空调开关 E35 (L6)。但 E35 的电流主要也是来自 J519 控制单元。去往 F38 温控开关的电流向下, 通过发动机控制单元 J361 的 T80/44 端子; 还有一条去空调内循环风门电磁阀 N63 的电流也是向下, 为发动机控制电脑提供起动条件信号。鼓风机 V1 和内循环风门电磁阀 N63 共用一个接地点。

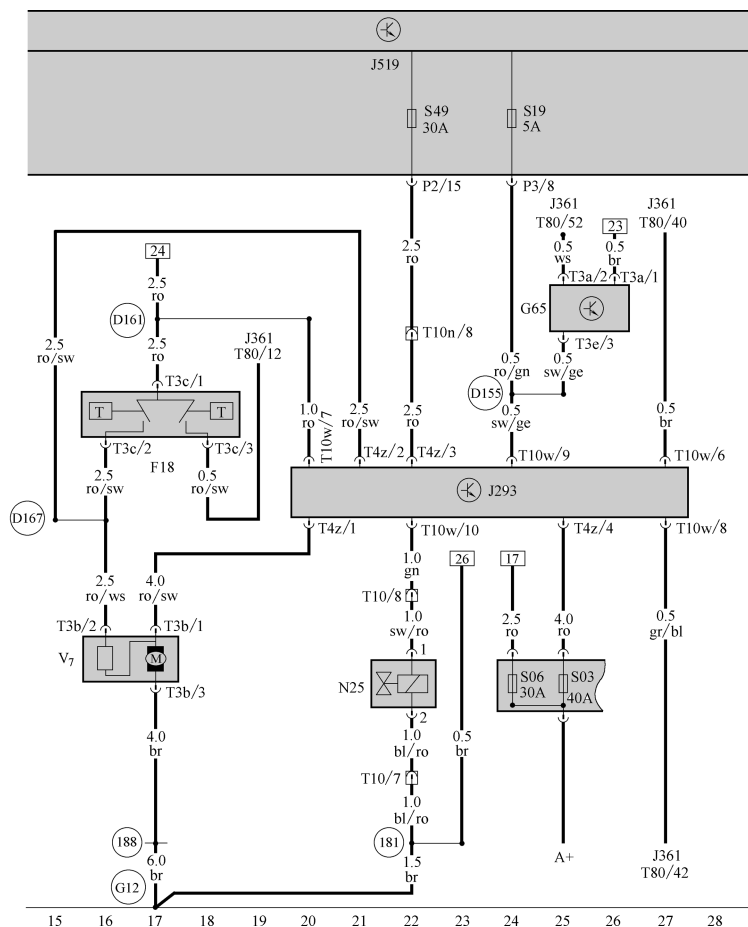


图 4-189 高低压传感器, 空调控制单元, 双温开关, 散热器风扇, 电磁离合器

A—蓄电池 F18—双温开关 G65—高低压传感器 J293—散热器风扇控制单元 J361—Simos 发动机控制单元 J519—E-BOX 控制单元 N25—电磁离合器 P2—15 芯黑色插头, 与 E-BOX 对接 P3—23 芯灰色插头, 与 E-BOX 对接 S03—蓄电池上面的熔丝 3, 40A S06—蓄电池上面的熔丝 6, 30A S19—19 号熔丝, 在 E-BOX 上 S49—49 号熔丝, 在 E-BOX 上 T3b—3 芯黑色插头连接 T3c—3 芯黑色插头连接 T3e—3 芯黑色插头连接 T4z—4 芯插头, 插接空调控制单元 T10f—10 芯对接插头 T10n—10 芯对接插头, 在 E-BOX 上 T10w—10 芯接插头 T80—80 芯黑色插头连接 V7—散热器风扇 181—接地连接 (用于空调部件), 在发动机线束内 188—接地连接, 在空调线束内 D155—连接 1 (空调压力开关), 在发动机线束内 D161—线束连接, 在发动机线束内 D167—线束连接, 在发动机线束内 G12—接地点, 在左前纵梁上

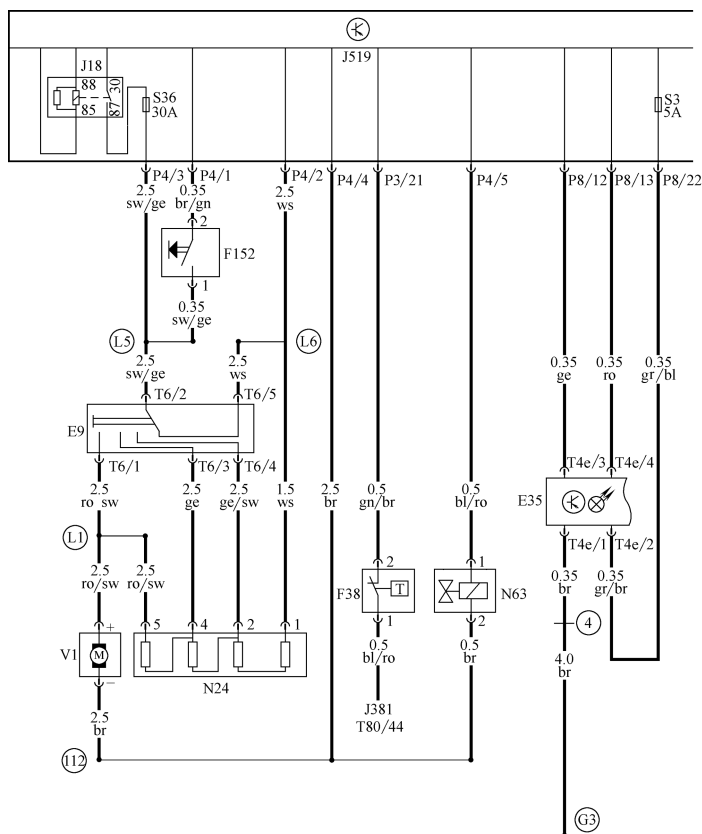


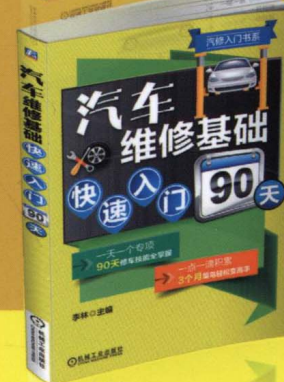
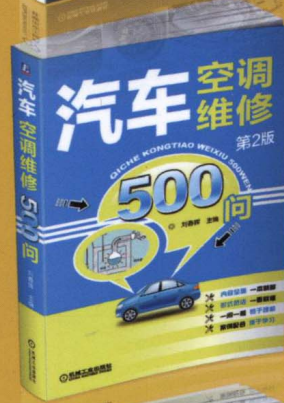
图 4-190 鼓风机、鼓风机开关, 调速电阻, 温度开关, 空调内循环风扇

E9—鼓风机开关 E35—空调控制开关 F38—温度开关 F152—外循环翻板触点开关 J18—X 触点卸荷继电器 J361—Simos 发动机控制单位 J519—E-BOX 控制单元 N24—调速电阻 N63—空调内循环风扇

P3—23 芯灰色插头, 与 E-BOX 对接 P4—6 芯棕色插头, 与 E-BOX 对接 P8—23 芯绿色插头, 与 E-BOX 对接 S3—3 号熔丝, 在 E-BOX 上 S36—36 号熔丝, 在 E-BOX 上

T6—6 芯插头 T4e—4 芯插头 V1—鼓风机 4—接地连接, 在车身线束内 I12—接地连接 2, 在空调器线束内 G3—接地点, 在左侧 A 柱上 L1—正极连接 75, 在空调器线束内 L5—连接 1, 在空调线束内

L6—连接 2, 在空调线束内



扫一扫，更多汽车维修精品图书供你选

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037

电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203

网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版



机械工业出版社微信公众号

上架指导 交通运输 / 汽车维修

ISBN 978-7-111-52713-8

策划编辑◎连景岩 杜凡如 / 封面设计◎鞠杨

ISBN 978-7-111-52713-8



9 787111 527138 >

定价：49.90元